

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 2 月 5 日 (05.02.2004)

PCT

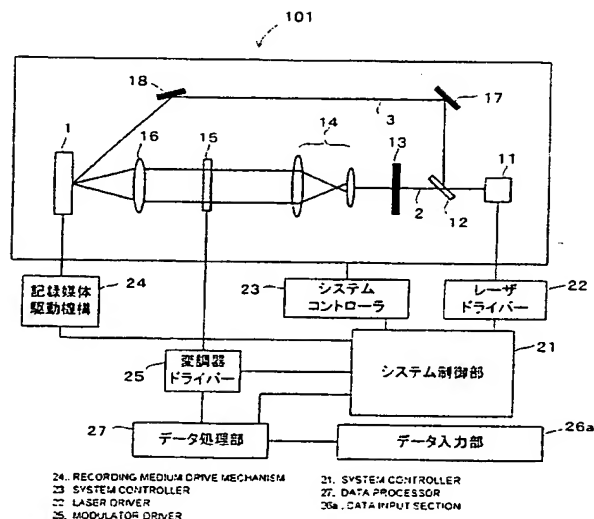
(10) 国際公開番号
WO 2004/012016 A1

- (51) 国際特許分類: G03H 1/04, 1/16, 1/22, G11B 7/0065, 7/0045, 7/135 千 153-8654 東京都目黒区目黒 1 丁目 4 番 1 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009600 (72) 発明者; および
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 29 日 (29.07.2003) (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 覚 (TANAKA, Satoru) [JP/JP]; 千 350-2288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 伊藤 善尚 (ITO, Yoshihisa) [JP/JP]; 千 350-2288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 橘 昭弘 (TACHIBANA, Akihiro) [JP/JP]; 千 350-2288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 窪田 善久 (KUBOTA, Yoshihisa) [JP/JP]; 千 350-2288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2002-223465 2002 年 7 月 31 日 (31.07.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社 (PIONEER CORPORATION) [JP/JP];

[続葉有]

(54) Title: RECORDING DEVICE, REPRODUCTION DEVICE, AND RECORDING/REPRODUCTION DEVICE

(54) 発明の名称: 記録装置、再生装置及び記録再生装置



(57) Abstract: A recording device includes a pulse oscillating laser (11), a half mirror (12) for dividing the pulse oscillation light of the laser (11) into a signal light (2) and a reference light (3), a light shutter (13) arranged in the optical path of the signal light (2), a beam expander (14) for converting the signal light (2) into a light beam of a predetermined diameter, a space modulator (15) for converting the data to be recorded into 2-dimensional image information, a Fourier transform lens (16) for applying the signal light (2) modulated by the space modulator (15) to a recording medium (1), mirrors (17, 18) for applying the reference light (3) at a predetermined angle to the recording medium (1), a system control section (21), a laser driver (22), a system controller (23), a recording medium drive mechanism (24), a modulator driver (25), a data input section (26a), and a data processing section (27).

(57) 要約: パルス発振するレーザー 11、レーザー 11 のパルス発振光を信号光 2 と参照光 3 に分割するハーフミラー 12、信号光 2 の光路中に設けられた光シャッター 13、信号光 2 を所定の径の光ビームに変換するビームエキスパンダ 14、記録するデータを二次元の画像情報に変換する空間変調器 15、空間変調器 15 で変調された信号光 2 を記録媒体 1 に照射するフーリエ変換レンズ 16、参照光 3 を所定の角度で記録媒体 1 に照射させるためのミラー 17、

[続葉有]



(74) 代理人: 江上 達夫, 外(EGAMI, Tatsuo et al.); 〒104-0031 東京都 中央区 京橋 1 丁目 1 6 番 1 0 号 オークビル京橋 4 階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

記録装置、再生装置及び記録再生装置

5 技術分野

本発明は、例えばホログラム記録媒体にデータを記録し再生するホログラム記録装置、ホログラム再生装置及びホログラム記録再生装置など、記録媒体にデータを記録し再生する記録装置、再生装置及び記録再生装置の技術分野に関する。

10 背景技術

近年、ホログラム記録媒体として、三次元的な干渉パターンをその空間的な屈折率変化としてその内部に記録できる記録媒体、例えばニオブ酸リチウム (LiNbO_3 、略称LN) 等の光感応媒体であるフォトリフラクティブ結晶が注目されている。このフォトリフラクティブ効果は、光励起によって生じた電荷が媒体内を移動することによって空間電界を形成し、これが一次の電気光学効果、即ちポッケルス効果と結びついて媒体の屈折率を変化させる現象である。

フォトリフラクティブ効果を有する強誘電体結晶等においては、通常1mm当たり1000ライン以上の細かい光入力パターンに対しても屈折率変化が対応し、またその屈折率変化は材料によってはマイクロ秒～秒オーダーの応答速度でリアルタイムに生じることから、現像不要な実時間ホログラム記録媒体として種々の応用が研究されている。

その応用の中の一つにホログラムメモリがある。このホログラムメモリは、デジタルデータを空間的な光のオンオフ信号により、例えば透過型の液晶表示装置のパネル平面上に二次元の明暗のドットパターン画像として変換し、この画像データを透過した信号光をコヒーレントな参照光と干渉させて、記録媒体内にドットパターン画像に対応した干渉パターンとして記録し、一方、再生は干渉パターンが記録されている記録媒体に参照光と同じ光を照射し、生じるドットパターンの像を光検出器で受け、その出力信号を電子回路で処理してデジタルデータに戻して読み出す形態のメモリである。例えば特開平11-282330にホログラ

ムメモリに関する技術の一例が開示されている。

発明の開示

しかしながら、上述したような記録媒体と信号光及び参照光とを相対的な位置
5 関係を移動させながら連続してデータを記録する場合、記録するデータに対応した
二次元画像と参照光との干渉縞は記録媒体内を移動しながら記録されることにな
り、従って干渉縞の強度振幅が小さい状態で記録されることになる。また、連
続してデータを再生する場合においても、参照光によって記録媒体の干渉縞より
生じた二次元画像が光検出器上で移動するため、再生信号レベルは低下し、S N
10 比が劣化することになる。

従って本発明は、一例として挙げられる上記したような問題を解決するために
なされたものであって、例えばホログラム記録媒体などの記録媒体と信号光及び
参照光との間で相対的な位置の移動がある場合でも、記録すべきデータに対応し
た強度振幅の大きな干渉縞を記録する記録装置と、強度振幅の大きな状態で干渉
15 縞から高S N比を保持してデータを再生する再生装置と、これら記録再生機能を
備えた記録再生装置の提供を課題とする。

本発明に係わる第1記録装置は、少なくとも2つのコヒーレント光の光干渉パ
ターンを、屈折率の空間的な変化として記録媒体に記録する記録装置であって、
前記コヒーレント光を発生するパルス発振のレーザーと、前記コヒーレント光に
20 によるコヒーレントな信号光を、フーリエ変換レンズを介して前記記録媒体に入射
する信号光光学系と、前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記
記録媒体に入射する参照光光学系と、前記信号光光学系に設けられた空間変調手
段と、前記レーザーのパルス発振の発振タイミングを制御するパルス発振制御手
段とを備える。即ち、当該発明に係わる記録装置は好適には、例えば、ホログラ
25 ム記録媒体に、情報を光干渉パターンである干渉縞として記録するホログラム記
録装置からなる。

本発明の第1記録装置によれば、コヒーレント光の信号光と参照光とを、光感
応媒体例えばニオブ酸リチウム(LN)等のフォトリフラクティブ結晶からなる
記録媒体中で干渉させ、屈折率の空間的な変化として干渉パターンを記録する。

信号光と参照光はパルス発振のレーザー、例えば半導体レーザーの光ビームを分岐して用いられる。また、所定の光パワーとなるようにフィルタで減光して調整するようにしても良い。信号光は信号光光学系に設けられた空間変調手段によって記録すべきデータに対応した信号に変換される。即ち、空間変調手段はたとえば光透過性あるいは光反射性のある画像表示手段を用い、記録すべきデータを二次元のドットパターンとして表示して変換する。この二次元のドットパターンにしたがって変調された信号光は記録媒体中で参照光と干渉し、その干渉縞がデータと対応して記録される。

本発明の第1記録装置の特徴の一つは光源として発振パワーの大きなパルス発振をするレーザーを用い、このレーザーのパルス発振タイミングをパルス発振制御手段によって制御することにより、また、外部装置側によって制御が可能であることである。これにより、大きなパワーで短時間に、例えばホログラムを構成する干渉縞を形成することができるので、変調度の大きな高品位のデータ記録が可能となり、この効果により、記録時に記録媒体と信号光及び参照光との間に相対的な位置の移動がある場合においても、変調度の大きな干渉パターンを形成することができる。従って、例えばディスク状の記録媒体を回転しながらデータを高品位で記録することが可能となり、音楽や映像等の連続した情報の記録においても適するものである。

本発明に係わる第2記録装置は、少なくとも2つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な変化として記録媒体に記録する記録装置であって、前記コヒーレント光を発生する連続発振のレーザーと、前記コヒーレント光によるコヒーレントな信号光を、フーリエ変換レンズを介して前記記録媒体に入射する信号光光学系と、前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記記録媒体に入射する参照光光学系と、前記信号光光学系に設けられた空間変調手段と、前記信号光光学系に設けられた前記信号光の透過又は非透過を選択する光シャッター手段と、前記光シャッター手段の開口時間と開口タイミングを制御する光シャッター制御手段とを備える。即ち、当該発明に係わる記録装置は好適には、例えば、ホログラム記録媒体に、情報を光干渉パターンである干渉縞として記録するホログラム記録装置からなる。

本発明の第2記録装置によれば、光源として連続発振のレーザー、例えば半導体レーザーを用い、信号光光学系にこのレーザーの発する光ビームに対して透過又は非透過の制御を行う光シャッタと、光シャッタの制御、例えば開口時間や開口タイミングを制御する光シャッタ制御手段を設ける。信号光と参照光は連続発振のレーザーの光ビームを分岐して用い、記録媒体中で信号光と参照光とを干渉させ、その干渉縞をデータとして記録する。

本発明の第2記録装置の特徴の一つは光源として連続発振するレーザーを用いることであり、このレーザーの信号光ビームを光シャッタ制御手段によって、信号光ビームが記録媒体に照射される時間、タイミング等が制御され、また、この制御は外部装置側によって行うことが可能となることである。例えばホログラムを構成する干渉縞を形成するために十分大きな光パワーの照射時間を設定、制御することができるので、変調度の大きなデータ記録が可能となり、特に光エネルギーの大きな連続発振のレーザーを用いると、記録媒体と信号光及び参照光との間に相対的な位置の移動がある場合においても、変調度の大きな干渉パターンを形成することができる。従って、例えばディスク状の記録媒体を回転しながらデータを高品位で記録することが可能となり、音楽や映像等の連続した情報の記録においても適するものである。また、連続発振するレーザーを用いることで回路等、光源としての取り扱いが容易となる。

本発明の第1又は第2記録装置の一態様では、当該記録装置は、前記記録媒体と前記信号光及び前記参照光との間に相対的な位置を移動する移動手段を備える。

この態様によれば、前記記録媒体を移動させる手段としては、例えばディスク形状であれば、これを回転させるためのスピンドルモータや半径方向に移動させるためのスライダがあり、また、カード形状であればX-Y平面内で直線移動させるためのスライダがある。また、前記記録媒体を移動させる替わりに前記記録媒体に対して光学系側を移動させる構成にしても良い。このような移動手段を用いることで、音楽や映像等の時間的に連続した情報を記録することにおいても適するものである。

本発明の第1又は第2記録装置の他の態様では、前記空間変調手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスである。例えば、液晶デバイスを用いる。

この態様によれば、空間変調手段は記録するデータを二次元のドットパターンによる画像情報に変換するものであり、選択的な光透過特性を有すると共に高速なデータ表示、データ交換が必要である。空間変調手段として液晶デバイスが好適な手段として用いることが可能である。

- 5 本発明の第2記録装置の他の態様では、前記光シャッタ手段は位相変調あるいは振幅変調である。例えば、液晶デバイスを用いる。

この態様によれば、光シャッタ手段は高速にON、OFFの動作と、光透過／非透過の高い比率が要求され、液晶デバイスが好適な手段として用いることが可能である。

- 10 本発明の第1記録装置の他の態様では、前記パルス発振制御手段はレーザ光のパルス幅を制御することを特徴とする。

この態様によれば、レーザ光のパルス幅を記録状況により変化させることができ、記録される干渉パターンの強度振幅を一定以上に保つことが可能となる。

- 15 本発明に係わる第1再生装置は、少なくとも2つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な変化として記録媒体に記録されている情報を再生する再生装置であって、前記コヒーレント光を発生するパルス発振のレーザーと、前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記記録媒体に入射する参照光光学系と、前記参照光による前記記録媒体からの回折光を、逆フーリエ変換レンズを介して受光する光検出手段と前記レーザーのパルス発振の発振タイミングを制御するパルス発振制御手段とを備える。即ち、当該発明に係わる再生装置
20 は好適には、例えば、ホログラム記録媒体から、光干渉パターンである干渉縞として記録された情報を再生するホログラム再生装置からなる。

- 本発明の第1再生装置によれば、コヒーレント光の参照光を、例えばニオブ酸リチウム(LN)等のフォトリフラクティブ記録媒体からなる記録媒体中に形成
25 した例えばホログラムを構成する干渉縞に照射し、屈折率の空間的な変化として記録されているデータを回折光として再生する。回折光は逆フーリエ変換レンズを介して光検出手段上に集光され、二次元の画像データとして検出される。参照光の光源としてパルス発振するレーザー、例えば半導体レーザーが用いられ、更にパルス発振の発振タイミングはパルス発振制御手段によって行われる。

本発明の第1再生装置の特徴の一つは光源として発振パワーの大きなパルス発振するレーザーを用い、このレーザーのパルス発振タイミングをパルス発振制御手段によって制御することにある、また、外部装置側によって制御が可能であることにある。これにより、大きなパワーで短時間に例えばホログラムを構成する干渉縞を再生することができるので、変調度の大きな高品位のデータ再生が可能となる。この効果により、再生時に記録媒体と参照光との間に相対的な位置の移動がある場合においても、変調度の大きな再生信号が再生され、従って、例えばディスク状の記録媒体を回転しながらデータを高品位で再生することが可能となり、音楽や映像等の連続した情報の再生においても適するものである。

- 10 本発明に係わる第2再生装置は、少なくとも2つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な変化として記録媒体に記録されている情報を再生する再生装置であって、前記コヒーレント光を発生する連続発振のレーザーと、前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記記録媒体に入射する参照光光学系と、前記参照光による前記記録媒体からの回折光を、逆フーリエ変換レンズを介して受光する光検出手段と、前記参照光光学系に設けられた、前記参照光の透過又は非透過を選択する光シャッタ手段と、前記光シャッタ手段の開口時間と開口タイミングを制御する光シャッタ制御手段とを備える。

- 本発明の第2再生装置によれば、コヒーレント光の参照光を、記録媒体中に形成した例えばホログラムを構成する干渉縞に照射し、屈折率の空間的な変化として記録されているデータを回折光として再生する。回折光は逆フーリエ変換レンズを介して光検出手段上に集光され、二次元の画像データとして検出される。参照光の光源として連続発振するレーザー、例えば半導体レーザーが用いられ、記録媒体に照射する時間とタイミングは光シャッタ手段を光シャッタ制御手段により開閉制御することで行われる。即ち、当該発明に係わる再生装置は好適には、
25 例えば、ホログラム記録媒体から、光干渉パターンである干渉縞として記録された情報を再生するホログラム再生装置からなる。

本発明の第2再生装置の特徴の一つは光源として連続発振するレーザーを用い、参照光の記録媒体に照射する時間、タイミングは光シャッタ手段による光透過／非透過で行われ、また、外部装置側によって制御が可能であることにある。また、

再生するための参照光のパワーとしては、短時間において十分に得られるものである。このため再生時に記録媒体と参照光との間に相対的な位置の移動がある場合においても、変調度の大きな再生信号が再生され、従って、例えばディスク状の記録媒体を回転しながらデータを高品位で再生することが可能となり、音楽や映像等の連続した情報の記録においても適するものである。また、連続発振するレーザーを用いることで回路等、光源としての取り扱いが容易である。

本発明の第1又は第2再生装置の一態様では、当該再生装置は、前記記録媒体と前記参照光との間に相対的な位置を移動する移動手段を備える。

この態様によれば、前記記録媒体を移動させる手段としては、例えばディスク形状であれば、これを回転させるためのスピンドルモータや半径方向に移動させるためのスライダがあり、また、カード形状であればX-Y平面内で直線移動させるためのスライダがある。また、前記記録媒体を移動させる代わりに前記記録媒体に対して光学系側を移動させる構成にしても良い。このような移動手段を用いることで、音楽や映像等の時間的に連続した情報を再生することにおいても適するものである。

本発明の第1又は第2再生装置の他の態様では、前記光検出手段は例えば、CCD (Charge Coupled Device) デバイスを用いる。

この態様によれば、光検出手段としてCCDデバイスが用いられ、参照光の照射時間内に蓄積された電荷が再生信号として出力され、SN比の良い、レベルの大きな信号が得られる。

本発明の第1又は第2再生装置の他の態様では、前記光検出手段は例えば、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) デバイスを用いる。

この態様によれば、光検出手段としてCMOSデバイスが用いられ、高速で参照光の照射時の信号が出力される。従って、記録媒体と参照光に相対的な移動がある場合において特に好適である。

本発明の第2再生装置の他の態様では、前記光シャッタ手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスである。例えば、液晶デバイスを用いる。

この態様によれば、光シャッタ手段は高速にON、OFFの動作と、光透過／

非透過の高い比率が要求され、液晶デバイスが好適な手段として用いることが可能である。

本発明の第 1 再生装置の他の態様では、前記パルス発振制御手段は前記レーザー光のパルス幅を制御する。

- 5 この態様によれば、レーザー光のパルス幅を記録状況により変化させることができ、記録される干渉パターン of 強度振幅を一定以上に保つことが可能となる。

- 本発明に係わる第 1 記録再生装置は、少なくとも 2 つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な変化として記録媒体に記録し再生する記録再生装置であって、前記コヒーレント光を発生するパルス発振のレーザーと、前記コ
- 10 ヒーレント光によるコヒーレントな信号光を、フーリエ変換レンズを介して前記記録媒体に入射する信号光光学系と、前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を前記記録媒体に入射する参照光光学系と、前記信号光光学系に設けられた空間変調手段と、前記参照光による前記記録媒体からの回折光を、逆フーリエ変換レンズを介して受光する光検出手段と、前記レーザーのパルス発振の発振タ
- 15 イミングを制御するパルス発振制御手段とを備える。即ち、当該発明に係わる記録再生装置は好適には、例えば、ホログラム記録媒体に、情報を光干渉パターンである干渉縞として記録し、更にこのホログラム記録媒体から、光干渉パターンである干渉縞として記録された情報を再生するホログラム記録再生装置からなる。

- 本発明の第 1 記録再生装置によれば、コヒーレント光の信号光と参照光とを、
- 20 例えばニオブ酸リチウム (LN) 等のフォトリフラクティブ記録媒体からなる記録媒体中で干渉させ、屈折率の空間的な変化として干渉パターンを記録する。信号光と参照光はパルス発振のレーザー、例えば半導体レーザーの光ビームを分岐して用いられ、また、所定の光パワーとなるようにフィルタで減光して調整される。信号光は信号光光学系に設けられた空間変調手段によって記録すべきデータ
- 25 に対応した信号に変換される。空間変調手段はたとえば光透過性あるいは光反射性のある画像表示手段を用い、記録すべきデータを二次元のドットパターンとして表示する。この二次元のドットパターンにしたがって変調された信号光は記録媒体中で参照光と干渉し、その干渉縞がデータとして記録される。また、再生においてはコヒーレント光の参照光を、記録媒体中に形成した例えばホログラムを

構成する干渉縞に照射し、屈折率の空間的な変化として記録されているデータを回折光として再生する。回折光は逆フーリエ変換レンズを介して光検出手段上に集光され、二次元の画像データとして検出される。尚、再生中は信号光が記録媒体に入射することをシャッタ手段等によって防止する。

- 5 本発明の第1記録再生装置の特徴の一つは光源として発振パワーの大きなパルス発振するレーザーを用い、このレーザーのパルス発振タイミングをパルス発振制御手段によって制御することにより、また、外部装置側によって制御が可能であることにある。これにより、大きなパワーで短時間に例えばホログラムを構成する干渉縞を形成することができ、また再生することができるので、変調度の大きな高品位のデータの記録再生が可能となり、この効果により、記録再生時に記録媒体と信号光及び参照光との間に相対的な位置の移動がある場合においても、変調度の大きな干渉パターンを形成することができ、また、変調度の大きな再生信号が再生される。従って、例えばディスク状の記録媒体を回転しながらデータを高品位で記録再生することが可能となり、音楽や映像等の連続した情報の記録
- 10
- 15 においても適するものである。

- 本発明に係わる第2記録再生装置は、少なくとも2つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な変化として記録媒体に記録し再生する記録再生装置であって、前記コヒーレント光を発生する連続発振のレーザーと、前記コヒーレント光によるコヒーレントな信号光を、フーリエ変換レンズを介して前記記録媒体に入射する信号光光学系と、前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記記録媒体に入射する参照光光学系と、前記信号光光学系に設けられた空間変調手段と、前記信号光光学系に設けられた、前記信号光の透過又は非透過を選択する第一の光シャッタ手段と、前記参照光光学系に設けられた、前記参照光の透過又は非透過を選択する第二の光シャッタ手段と、前記第一の光シャッタ手段及び前記第二の光シャッタ手段の開口時間と開口タイミングを制御する光シャッタ制御手段と、前記参照光による前記記録媒体からの回折光を、逆フーリエ変換レンズを介して受光する光検出手段とを備える。即ち、当該発明に係わる記録再生装置は好適には、例えば、ホログラム記録媒体に、情報を光干渉パターンである干渉縞として記録し、更にこのホログラム記録媒体から、光干渉パター
- 20
- 25

ンである干渉縞として記録された情報を再生するホログラム記録再生装置からなる。

本発明の第2記録再生装置によれば、光源として連続発振のレーザー、例えば半導体レーザーを用い、信号光と参照光は連続発振のレーザーの光ビームを分岐して用いる。信号光光学系にこのレーザーの発する光ビームに対して透過又は非透過の制御を行う第一の光シャッターが設けられ、信号光の照射時間は光シャッター制御手段により第一の光シャッターの開口時間や開口タイミングを制御することで行われる。また、再生は参照光を記録媒体中に形成した例えばホログラムを構成する干渉縞に照射し、屈折率の空間的な変化として記録されているデータを回折光として再生する。回折光は逆フーリエ変換レンズを介して光検出手段上に集光され、二次元の画像データとして検出される。記録媒体に照射する時間とタイミングは参照光光学系に設けられた第二の光シャッター手段を光シャッター制御手段により開閉制御することで行われる。尚、再生中は信号光が記録媒体に入射しないように第一の光シャッターは閉じられる。

本発明の第2記録再生装置の特徴の一つは、光源として連続発振するレーザーを用いることであり、このレーザーの信号光ビームと参照光ビームを光シャッター制御手段によって、信号光、参照光が記録媒体に照射される時間、タイミング等が制御され、また、この制御は外部装置側によって行うことが可能であることにある。例えばホログラムを構成する干渉縞を形成するに十分大きな光パワーの照射時間を制御することができるので、変調度の大きなデータ記録が可能となり、また、S/N比の良い再生が可能となる。従って、記録時及び再生時に記録媒体と信号光又は参照光との間に相対的な位置の移動がある場合においても、高品位でデータの記録再生が可能となり、音楽や映像等の連続した情報の記録再生においても適するものである。また、連続発振するレーザーを用いることで回路等、光源としての取り扱いが容易である。

本発明の第1又は第2記録再生装置の一態様では、当該記録再生装置は、前記記録媒体と前記信号光及び前記参照光との間に相対的な位置を移動する移動手段を備える。

この態様によれば、前記記録媒体を移動させる手段としては、例えばディスク

形状であれば、これを回転させるためのスピンドルモータや半径方向に移動させるためのスライダがあり、また、カード形状であればX-Y平面内で直線移動させるためのスライダがある。また、前記記録媒体に対して光学系側を移動させる構成にしても良い。このような移動手段を用いることで、音楽や映像等の時間的

5 に連続した情報を記録し再生することにおいても適するものである。

本発明の第1又は第2記録再生装置の他の態様では、前記空間変調手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスである。例えば、液晶デバイスを用いる。

この態様によれば、空間変調手段は記録するデータを二次元のドットパターンによる画像情報に変換するものであり、光透過性を有すると共に高速なデータ表示、データ交換が必要である。空間変調手段として液晶デバイスが好適な手段として用いることが可能である。

10

本発明の第2記録再生装置の他の態様は、前記第一の光シャッタ手段及び第二の光シャッタ手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスである。例えば、液晶デバイスを用いる。

この態様によれば、光シャッタ手段は高速にON、OFFの動作と、光透過／非透過の高い比率が要求され、液晶デバイスが好適な手段として用いることが可能である。

15

本発明の第1又は第2記録再生装置の他の態様では、前記光検出手段は例えば、CCDデバイスを用いる。

この態様によれば、光検出手段としてCCDデバイスが用いられ、参照光の照射時間内に蓄積された電荷が再生信号として出力され、SN比の良い、レベルの大きな信号が得られる。

20

本発明の第1又は第2記録再生装置の他の態様では、前記光検出手段は例えば、CMOSデバイスを用いる。

この態様によれば、光検出手段としてCMOSデバイスが用いられ、高速で参照光の照射時の信号が出力される。従って、記録媒体と参照光に相対的な移動がある場合において特に好適である。

25

本発明の第1記録再生装置の他の態様では、前記パルス発振制御手段はレーザー光のパルス幅を制御することを特徴とする。

この態様によれば、レーザ光のパルス幅を記録状況により変化させることができ、記録される干渉パターン強度の振幅を一定以上に保つことが可能となる。

本発明におけるこのような作用、及び他の利得は次に説明する実施例から更に明らかにされる。

5

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係わる記録装置の実施例の構成を示す図である。

図 2 は、本発明に係わる記録装置の記録時の動作の流れを示すフローチャートである。

10 図 3 は、干渉縞を形成する際に、同一光軸上から信号光と参照光とを入射する構成を示し、(a) は共に平面波の場合であり、(b) は一方が平面波、他の一方が球面波の場合であり、(c) は共に球面波の場合である。

図 4 は、干渉縞を形成する際に、所定の角度を有して信号光と参照光とを入射する構成を示し、(a) は共に平面波の場合であり、(b) は一方が平面波、他の
15 一方が球面波の場合であり、(c) は共に球面波の場合である。

図 5 は、記録媒体と信号光及び参照光との間に相対的な位置の移動がある場合の干渉縞形成の影響を示し、(a) は相対的移動がない場合であり、(b) は記録媒体が信号光及び参照光に対して矢印 R の方向に相対的移動がある場合である。

図 6 は、記録媒体が信号光及び参照光に対して相対的移動がある場合の干渉縞
20 位置の強度について示す図である。

図 7 は、記録媒体と信号光及び参照光とに相対的移動がない場合の干渉縞強度について示す図である。

図 8 は、記録媒体と信号光及び参照光とに相対的移動がある場合の干渉縞強度について示す図である。

25 図 9 は、本発明に係わる再生装置の実施例の構成を示す図である。

図 10 は、本発明に係わる再生装置の再生時の動作の流れを示すフローチャートである。

図 11 は、本発明に係わる記録再生装置の第一の実施例の構成を示す図である。

図 12 は、本発明に係わる記録再生装置の第二の実施例の構成を示す図である。

図 1 3 は、本発明に係わる再生画像の処理方法を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

(記録装置の実施例)

5 本発明の記録装置の実施例について図 1 ～図 4 を参照して説明する。ここで、
図 1 は本発明に係わる記録装置の実施例の構成を示す図であり、図 2 は本発明に
係わる記録装置の記録時の動作の流れを示すフローチャートである。また、図 3
及び図 4 は記録装置に用いられる記録媒体と信号光及び参照光との関係を示す。
図 3 は同一光軸上から信号光と参照光とを入射する構成を示し、同図 (a) は共
10 に平面波の場合であり、同図 (b) は一方が平面波、他の一方が球面波の場合で
あり、同図 (c) は共に球面波の場合である。また、図 4 は所定の角度を有して
信号光と参照光とを入射する構成を示し、同図 (a) は共に平面波の場合であり、
同図 (b) は一方が平面波、他の一方が球面波の場合であり、同図 (c) は共に
球面波の場合である。

15 尚、以下に説明する本実施例の記録装置は好適には、例えば、ホログラム記録
媒体に、情報を光干渉パターンである干渉縞として記録するホログラム記録装置
である。

図 1 に示すように、本実施例の記録装置 1 0 1 の構成は、光学系としてパルス
発振するレーザー 1 1、レーザー 1 1 のパルス発振光を信号光 2 と参照光 3 に分
20 割するハーフミラー 1 2、信号光 2 の光路中に設けられた光シャッタ 1 3、信号
光 2 を所定の径を有する光ビームに変換するビームエキスパンダ 1 4、記録する
データをドットパターンの二次元の画像情報に変換する空間変調器 1 5、空間変
調器 1 5 で変調された信号光 2 を記録媒体 1 に照射するフーリエ変換レンズ 1 6、
参照光 3 を所定の角度を有して記録媒体 1 に照射させるためのミラー 1 7、1 8
25 を備え、更にシステム制御部 2 1、レーザードライバー 2 2、システムコントロ
ー 2 3、記録媒体駆動機構 2 4、変調器ドライバー 2 5、データ入力部 2 6 a、
データ処理部 2 7 等を備えて構成される。

レーザー 1 1 から出射された光ビームをハーフミラー 1 2 で信号光 2 となる光
ビームと参照光 3 となる光ビームの 2 つに分け、それぞれは信号光光学系及び参

照光光学系の光路に導かれる。このときレーザー 11 から出射された光ビーム、或いは信号光 2 及び参照光 3 は夫々 ND フィルタ (Neutral Density Filter) により所定の光強度になるように調整されるようにしても良い。

- 5 ハーフミラー 12 を透過した信号光 2 は、信号光光学系において、光シャッタ 13、ビームエキスパンダ 14、空間変調器 15、及びフーリエ変換レンズ 16 を通して記録媒体 1 に照射される。光シャッタ 13 は記録時に信号光 2 を通過させ、通過した信号光 2 はビームエキスパンダ 14 により所定径の平行ビームに拡大される。さらにその平行ビーム中に置かれた記録するデータをドットパターン
- 10 の二次元画像情報に変換する空間変調器 15 によりデータが空間変調された後、即ち信号光 2 が各画素の透過或いは非透過の二次元格子パターンとして空間変調された後、フーリエ変換レンズ 16 によりフーリエ変換され、記録媒体 1 に集光され、記録媒体 1 内にフーリエ変換像として結像される。尚、光シャッタ 13、空間変調器 15 として例えば液晶デバイス等が用いられる。
- 15 一方、参照光 3 はミラー 17、18 により、所定の角度で記録媒体 1 へ入射され、記録媒体 1 内で信号光 2 と交差される。尚、参照光 3 は信号光 2 と同様にビームエキスパンダにより所定の径を有する光ビームに変換しても良い。また、ミラー 17、18 はこれに限ることはなく、所定の角度で参照光 3 が記録媒体 1 に照射される構成であれば良い。
- 20 フーリエ変換レンズ 16 を透過した信号光 2 と、参照光 3 は記録媒体 1 内の交差部位で干渉縞を形成する。即ち、データを記録するときには信号光 2 と参照光 3 を同時に記録媒体 1 に照射し、媒体内にて屈折率が変化した干渉縞を形成し記録する。干渉縞の形成時間はレーザー 11 のパルス発振時間で制御される。レーザー 11 のパルス発振強度が十分に高ければ、極めて短時間で例えばホログラム
- 25 を構成する干渉縞の形成が可能であり、記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 とに相対的な移動があったとしても、極めて変調度の高い干渉縞を記録することが可能となる。

また、レーザのパルス発振のタイミングは、記録媒体中に予め記録されている同期信号を検出し、この同期信号に基づいてレーザをパルス発振するようにして

もよい。

さらに、レーザのパルス幅は、記録する干渉縞の間隔と、記録媒体と信号光及び参照光との相対移動速度の比に対応して決定してもよい。

5 システム制御部 21 はメイン CPU を備え、記録装置 101 全体の動作制御を行う。レーザードライバー 22 はシステム制御部 21 のもとでレーザ 11 のパルス発振、即ちパルス幅、発振時間、発振間隔を制御し、システムコントローラ 23 は例えば光シャッタ 13 や空間変調器 15 等の制御を行う。

10 また、記録媒体駆動機構 24 は、記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 とに相対的な位置の移動を与えるものであって、例えば記録媒体 1 を信号光 2 の光軸に垂直な面において回転させる機構、或いは X-Y 方向に直線的な移動を与える機構等がある。また、信号光 2 及び参照光 3 側を記録媒体 1 に対して移動させるようにしても良い。

15 変調器ドライバー 25 は空間変調器 15 に記録するデータを入力し駆動するものであり、データ入力部 26 a は記録するデータ、例えば音楽や映像等のデータを取り込む部位であり、更にデータ処理部 27 は取り込まれたデータを記録フォーマットに基づいて変換し、信号処理用のデータを付加し、或いはエラー訂正用の処理等を行う。データ処理部 27 で処理されたデータが変調器ドライバー 25 を介して空間変調器 15 に入力される。

20 尚、パルス発振のレーザの共振器内に光スイッチを設け、この光スイッチによりレーザのパルス動作をさらに綿密に制御するようにしても良い。

次に、上述した記録装置 101 の記録動作の流れを、図 2 を参照して説明する。まず、記録動作の開始まではシャッタ 13 を閉じて信号光 2 に対し記録媒体 1 を光学的に分離しておく（ステップ 101）。ステップ 101 の状態において記録媒体 1 を記録媒体駆動機構 24 に装填し（ステップ 102）、記録媒体 1 を移動して
25 記録開始位置に設定する（ステップ 103）。その後、シャッタ 13 を開いて信号光 2 が記録媒体 1 に照射されるようにし（ステップ 104）、記録媒体 1 を信号光 2 及び参照光 3 に対して移動を開始させる（ステップ 105）。即ち、記録媒体 1 を回転させ、或いは直線移動させることになる。

一方、記録するために取り込まれたデータは（ステップ 106）、記録するため

の所定のフォーマットに基づいてエンコードされ（ステップ１０７）、バッファメモリに一旦記憶される（ステップ１０８）。その後、記録タイミングに従って順次空間変調器１５に入力され表示される（ステップ１０９）。

次に、レーザー１１をパルス発振させ（ステップ１１０、ステップ１１１）、空間変調器１５に入力されてドットパターンの二次元画像として表示されているデータを記録媒体１に干渉縞として記録する。次に記録を続けるか否かを判別し（ステップ１１２）、続ける場合はステップ１０９に戻って次の記録すべきデータを空間変調器１５に表示させ、つづいてステップ１１０、ステップ１１１を行う。このとき記録媒体１は移動していて、隣接する位置に次のデータが記録されることになる。一方、記録を終了する場合は記録媒体１の移動を停止し（ステップ１１３）、終了する（ステップ１１４）。

以上、説明したように本発明の記録装置の実施例によれば、記録媒体に信号光と参照光によりデータに対応した例えばホログラムを構成する干渉縞を形成して記録するために、光源としてパルス発信レーザーを用いることで出力が大きくでき、短時間の光照射で記録を行うことができ、記録媒体と信号光及び参照光とが相対的な位置の移動があっても、強度振幅の大きな変調度の高い例えばホログラムを構成する干渉縞を形成することが可能となる。

ここで、記録媒体１と信号光２及び参照光３の関係について説明する。本発明に係わる記録装置１０１に用いられる信号光２及び参照光３は図３に示すように信号光２と参照光３は同一光軸上で記録媒体１に入射する構成と、図４に示すように信号光２と参照光３は所定の角度を有して記録媒体１に入射する構成の何れも用いることが可能である。図３及び図４の夫々（ａ）は共に平面波の場合であり、（ｂ）は一方が平面波、他の一方が球面波の場合であり、（ｃ）は共に球面波の場合である。尚、信号光２と参照光３は互いに入れ替わった関係にしても良い。

また、記録媒体１には三次元的な光干渉パターンを記録媒体内の屈折率の空間的な変化として記録する光感応媒体、例えばニオブ酸リチウム（ＬＮ）が多く用いられる。例えばホログラム多重記録用としてＬＮは、記録後の保存寿命が比較的長いこと、定着が可能なこと、扱いやすいこと等の長所があるためである。

次に、記録装置１０１によって形成される干渉縞について説明する。図５に示

すように記録媒体 1 に入射する信号光 2 と参照光 3 により、記録媒体 1 内に干渉縞 4 a (図 5 (a))、干渉縞 4 b (図 5 (b)) が形成される。ここで、同図 (a) は記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 との間に相対的な移動がない場合であり、同図 (b) は相対的な移動がある場合である。

- 5 即ち、図 5 (a) は記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 との間に相対的な移動がないため、記録媒体 1 内に信号光 2 と参照光 3 により形成される干渉縞 4 a は変調度の良い干渉縞となる。本発明に係わる記録装置 101 はパルス発振のレーザーにより、短時間でパワーの大きな信号光 2 と参照光 3 を用いるため、記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 との間に相対的な移動がある場合であっても、図 5
10 (a) に示すような良好な干渉縞 4 a を形成することが可能となる。

- 一方、図 5 (b) は記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 との間に相対的な移動があり、更に干渉縞を形成するために長時間の光照射をする場合、例えばレーザーパワーが小さく長時間の光照射を必要とする場合等に形成される干渉縞 4 b である。即ち信号光 2 及び参照光 3 に対して記録媒体 1 が矢印 R の方向に移動して
15 いるとすると、記録媒体 1 内に信号光 2 と参照光 3 により形成される干渉縞 4 b は記録媒体 1 内でその位置が移動しつつ形成されるため変調度の劣化した干渉縞となる。

- 図 6 は図 5 に示す関係を干渉縞の位置とその強度の関係として示した図であって、図 6 の上図は干渉縞 4 を示し、下図はその干渉縞 4 の位置に対する強度を示す。下図において符号 A は記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 との間に相対的な
20 移動がない場合の干渉縞強度であり、符号 B は記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 との間に相対的な移動がある場合の干渉縞強度である。

- 上述したように、記録媒体と信号光及び参照光に相対的な移動がある場合、移動量が少ないうちに記録することが必要である。例えば、波長 λ (m) の信号光
25 と参照光で、パワー P、ミキシング角 θ (rad) で記録媒体が相対的に動かないようにして記録し、ピッチ K (m) の干渉縞を S (sec) で記録が終了する場合を想定する。このとき記録に必要なエネルギーは $P \times S$ であらわされる。また、ピッチは $K = \lambda / (2 \times \sin(\theta / 2))$ で決まる。

次に、記録媒体を信号光及び参照光に対して相対的に速度 V (m/sec) で

動かしながら記録する場合、図6の符号Aに対して符号Bの強度振幅が0.25以上を必要とした場合、干渉縞のピッチに対して78%以内の動きで記録を完了しなければならない。従って、 $(0.78 \times K) / V \text{ (sec)}$ 以内のパルスで $P \times (0.78 \times K) / V$ 以上のエネルギーをかけて記録する。このような一例の

5 条件に合致する光源としてパルス発振のレーザーが、そのパワー及び発振制御性において好適に用いられる。

また、レーザのパルス幅は、記録する干渉縞の間隔と、記録媒体と信号光及び参照光との相対移動速度の比に対応して決定するようにしてもよい。

また、図7は記録媒体1と信号光2及び参照光3との間に相対的な移動がない

10 場合の干渉縞強度について示す図である。同図の符号aは時刻 t_0 において形成される干渉縞の強度であり、符号bは時刻 t_0 から僅かに経過した時刻 t_1 において形成される干渉縞の強度であり、符号cはこれら干渉縞を合成した結果の強度である。記録媒体1と信号光2及び参照光3との間に相対的な移動がないため、干渉縞は同じ位置に形成され、符号cの干渉縞の強度は図6の符号Aに示すよう

15 に変調度の良いものとなる。

一方、図8は記録媒体1と信号光2及び参照光3との間に相対的な移動がある場合の干渉縞強度について示す図である。同図の符号aは時刻 t_0 において形成される干渉縞の強度であり、符号bは時刻 t_0 から僅かに経過した時刻 t_1 において形成される干渉縞の強度であり、符号cはこれら干渉縞を合成した結果の強度

20 である。記録媒体1と信号光2及び参照光3との間に相対的な移動があるため、干渉縞は空間的に移動した位置に形成されるので、符号cの干渉縞の強度はそれらの強度を空間的に合成され、図6の符号Bに示すように変調度が少ないものとなる。

(再生装置の実施例)

25 本発明の再生装置の実施例について図9を参照して説明する。

尚、以下に説明する本実施例の再生装置は好適には、ホログラム記録媒体から、光干渉パターンである干渉縞として記録された情報を再生するホログラム再生装置である。

図9に示すように、本実施例の再生装置102の構成は、光学系としてパルス

発振するレーザー 11、参照光 3 を所定の角度を有して記録媒体 1 に入射させるためのミラー 18、記録媒体 1 からの回折光 5 を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換レンズ 19、逆フーリエ変換された画像を検出する二次元の画像検出器 20 を備え、更にシステム制御部 21、レーザードライバー 22、システムコントローラ 23、記録媒体駆動機構 24、データ入力部 26b、データ処理部 27、検出器コントローラ 28 等を備えて構成される。

レーザー 11 から出射された光ビームは参照光 3 として、ミラー 18 により記録媒体 1 に対して所定の角度、即ち記録する際に用いられた参照光 3 の入射角度と同じ角度で入射するように設定される。このときレーザー 11 から出射された光ビームは ND フィルタにより所定の光強度になるように調整されるようにしても良い。

参照光 3 が記録媒体 1 に照射され、記録媒体 1 からの回折光 5 は逆フーリエ変換レンズ 19 を介して画像検出器 20 に結像する。画像検出器 20 として例えば CCD や CMOS による二次元検出器アレイが用いられる。画像検出器 20 の画素として、記録装置の空間変調器に用いられる液晶の画素とは 1 対 1 に対応することに限ることなく、1 対 4 または 4 対 1 等の種々の対応パターンが存在する。このように、記録データを再生するときは記録媒体 1 に記録された干渉縞に参照光 3 のみを照射することで読み出すことができる。参照光 3 の光強度は、記録媒体の特性によっては、記録情報を消去しないように記録時と比較して十分に低い値に設定する場合が想定される。

システム制御部 21 はメイン CPU を備え、再生装置 102 全体の動作制御を行う。レーザードライバー 22 はシステム制御部 21 のもとでレーザー 11 のパルス発振を制御し、システムコントローラ 23 は例えば画像検出器 20 等の光学系の制御を行う。

ここで再生時のパルス幅は、記録時と条件が同じとすると、干渉縞どおしを分離するために、画像検出器 20 の露光時間は $T_{max} (0.78 \times K) / V$ (sec) 以下の露光時間であることが必要である。さらに画像検出器 20 にて干渉縞を検出するのに必要な受光エネルギーから、 $T_{min} (C \times N) / (P \times \eta)$ (sec) である必要がある (ここで、 P は光源のパワー、 η は干渉縞の回折効率、 N

は画像検出器 20 の画素数、 C は画像検出器 20 の 1 画素あたりが必要な受光エネルギーである)。つまり、レーザドライバ 22 は、パルス幅を T_{max} から T_{min} の間になるように制御する。

さらに、記録媒体に同期信号が記録されている場合は、この同期信号をまず読み出し、この同期信号に基づいてパルスの発振間隔を制御するようにしてもよい。

また、記録媒体駆動機構 24 は、記録媒体 1 と参照光 3 とに相対的な位置の移動を与えるものであって、例えば記録媒体 1 を参照光 3 と所定の入射角を保持して回転させる機構、或いは X-Y 方向に直線的な移動を与える。尚、参照光 3 側を記録媒体 1 に対して移動させるようにしても良い。また、参照光 3 がレーザー 11 から所定の角度を有して直接照射されるようにしても良い。この場合、ミラー 18 は省かれる。

検出器コントローラ 28 は画像検出器 20 の動作を制御し、画像検出器 20 上に結像された、記録データに対応する二次元画像情報を読み出す。また、データ処理部 27 は検出器コントローラ 28 で読み出されたデータを記録フォーマットに基づいて変換し、或いはエラー訂正の処理等をおこなって記録されたデータを再生する。再生されたデータ、例えば音楽や映像等のデータはデータ出力部 26 b を介して外部装置に出力する。

次に、上述した再生装置 102 の再生動作の流れを、図 10 を参照して説明する。まず、記録媒体 1 を記録媒体駆動機構 24 に装填し (ステップ 201)、次に記録媒体 1 を移動し再生開始位置に設定する (ステップ 202)。その後、記録媒体 1 を参照光 3 に対して移動を開始させる (ステップ 203)。即ち、記録媒体 1 を回転させ、或いは直線移動させる。記録媒体 1 に記録されている目的のデータが再生位置にきたらレーザー 11 を発振させ (ステップ 204)、所定のパルス幅の後、発振を停止する (ステップ 209)。

一方、画像検出器 20 は、レーザー 11 が発振している間に参照光 3 による記録媒体 1 からの回折光 5 を逆フーリエ変換レンズ 19 により変換された画像を検出する (ステップ 205)。画像検出器 20 として、たとえば CCD 型検出器ではレーザー 11 が発振している間の電荷が蓄積される。検出された画像データは、例えば検出器コントローラ 28 に備わるバッファメモリに一旦蓄積され (ステッ

プ 2 0 6)、データ処理部 2 7 でデコードされ (ステップ 2 0 7)、再生データとしてデータ出力部 2 6 b から外部装置に対して出力される (ステップ 2 0 8)。

次に再生を続けるか否かを判別し (ステップ 2 1 0)、続ける場合はステップ 2 0 4 に戻って次の再生すべきデータに参照光 3 となるレーザー光照射し、ステップ 2 0 5 からステップ 2 0 8 の再生動作を行う。一方、再生を終了する場合は記録媒体 1 の移動を停止し (ステップ 2 1 1)、終了する (ステップ 2 1 2)。このときに再生を終了するための所定の手続きを行うことは当然である。

以上、説明したように本発明の再生装置の実施例によれば、記録媒体に参照光としてパルス発振のレーザーを用いることで出力が大きくでき、短時間の光照射で再生を行うことができ、記録媒体と参照光とが相対的な位置の移動があっても、S N 比のよいデータを再生することが可能となる。

(記録再生装置の第一実施例)

本発明の記録再生装置の第一実施例について図 1 1 を参照して説明する。本実施例は光源としてパルス発振するレーザーを用い、記録媒体と信号光及び参照光との間に相対的な位置の移動がある場合でも、記録するデータの二次元画像データに対応する例えばホログラムを構成する干渉縞を変調度が大きな状態で記録媒体に形成することができ、また S N 比のよいデータを再生することが可能となるものである。

尚、以下に説明する本実施例の記録再生装置は好適には、例えば、ホログラム記録媒体に、情報を光干渉パターンである干渉縞として記録し、更にこのホログラム記録媒体から、光干渉パターンである干渉縞として記録された情報を再生するホログラム記録再生装置である。

図 1 1 に示すように、本実施例の記録再生装置 1 0 3 の構成は、光学系としてパルス発振するレーザー 1 1、レーザー 1 1 のパルス発振光を信号光 2 と参照光 3 に分割するハーフミラー 1 2、信号光 2 の光路中に設けられた光シャッタ 1 3、信号光 2 を所定の径を有する光ビームに変換するビームエキスパンダ 1 4、記録するデータを二次元の画像情報に変換する空間変調器 1 5、空間変調器 1 5 で変調された信号光 2 を記録媒体 1 に照射するフーリエ変換レンズ 1 6、参照光 3 を所定の角度を有して記録媒体 1 に入射させるためのミラー 1 7、1 8、記録媒体

1からの回折光5を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換レンズ19、逆フーリエ変換された画像を検出する二次元の画像検出器20を備え、更にシステム制御部21、レーザードライバ22、システムコントローラ23、記録媒体駆動機構24、変調器ドライバ25、データ入出力部26c、データ処理部27、検出器コントローラ28等を備えて構成される。

次に記録再生装置103の記録動作について説明する。

レーザー11から出射された光ビームをハーフミラー12で信号光2となる光ビームと参照光3となる光ビームの2つに分け、それぞれは信号光光学系及び参照光光学系の光路に導かれる。このときレーザー11から出射された光ビーム、
10 或いは信号光2及び参照光3は夫々NDフィルタにより所定の光強度になるように調整されるようにしても良い。

ハーフミラー12を透過した信号光2は、信号光光学系において、光シャッタ13、ビームエキスパンダ14、空間変調器15、及びフーリエ変換レンズ16を通して記録媒体1に照射される。光シャッタ13は記録時に信号光2を通過させ、通過した信号光2はビームエキスパンダ14により所定径の平行ビームに拡大される。さらにその平行ビーム中に置かれた記録するデータをドットパターンの二次元画像情報に変換する空間変調器15によりデータが空間変調された後、即ち信号光2が各画素の透過或いは非透過の二次元格子パターンとして空間変調された後、フーリエ変換レンズ16によりフーリエ変換され、記録媒体1に集光
15 され、記録媒体1内にフーリエ変換像として結像される。尚、光シャッタ13、空間変調器15として例えば液晶デバイス等が用いられる。

一方、参照光3はミラー17、18により、所定の角度で記録媒体1へ入射され、記録媒体1内で信号光2と交差される。尚、参照光3は信号光2と同様にビームエキスパンダにより所定の径を有する光ビームに変換しても良い。また、ミ
25 ラー17、18はこれに限ることはなく、所定の角度で参照光3が記録媒体1に照射される構成であれば良い。

フーリエ変換レンズ16を透過した信号光2と、参照光3は記録媒体1内の交差部位で例えばホログラムを構成する干渉縞を形成する。即ち、データを記録するときには信号光2と参照光3を同時に記録媒体1に照射し、媒体内にて屈折率

が変化した干渉縞を形成し記録する。

次に記録再生装置 103 の再生動作について説明する。

レーザー 11 から出射された光ビームは参照光 3 として、ミラー 17、18 により記録媒体 1 に対して所定の角度、即ち記録する際に用いられた参照光 3 の入射角度と同じ角度で入射するように設定される。このときレーザー 11 から出射された光ビームは ND フィルタにより所定の光強度になるように調整されるようにしても良い。このとき、光シャッター 13 は完全に閉じられ、ビームエキスパンダ 14、空間変調器 15、フーリエ変換レンズ 16、変調器ドライバー 25 は用いない。

- 10 参照光 3 が記録媒体 1 に照射され、記録媒体 1 からの回折光 5 は逆フーリエ変換レンズ 19 を介して画像検出器 20 に結像する。画像検出器 20 として例えば CCD や CMOS による二次元検出器アレイが用いられる。画像検出器 20 の画素として、記録装置の空間変調器に用いられる液晶の画素とは 1 対 1 に対応することに限ることなく、1 対 4 または 4 対 1 等の種々の対応パターンが存在する。
- 15 このように、記録データを再生するときは記録媒体 1 に記録された干渉縞に参照光 3 のみを照射することで読み出すことができる。参照光 3 の光強度は、記録媒体の特性によっては記録情報を消去しないように記録時と比較して十分に低い値に設定する場合が想定される。

- 20 上述した記録動作、再生動作を制御するものとして、システム制御部 21 はメイン CPU を備え、記録装置 103 全体の動作制御を行う。レーザードライバー 22 はシステム制御部 21 のもとでレーザー 11 のパルス発振、即ちパルス幅、発振時間を制御し、システムコントローラ 23 は例えば光シャッター 13 や空間変調器 15 等の制御を行う。

- 25 また、記録媒体駆動機構 24 は、記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 とに相対的な位置の移動を与えるものであって、例えば記録媒体 1 を信号光 2 の光軸に垂直な面において回転させる機構、或いは X-Y 方向に直線的な移動を与える機構等がある。また、信号光 2 及び参照光 3 側を記録媒体 1 に対して移動させるようにしても良い。

変調器ドライバー 25 は空間変調器 15 に記録するデータを入力し駆動するも

のであり、データ入出力部 26 c は記録するデータ、再生したデータの入出力を行う。データ処理部 27 は記録するデータを記録フォーマットに基づいて変換し、信号処理用のデータを付加し、或いはエラー訂正用の処理等を行い、また再生されたデータのエラー訂正、復号化等を行う。また、検出器コントローラ 28 は画像検出器 20 の動作を制御し、画像検出器 20 上に結像された、記録データに対応する二次元画像情報を読み出す。

上述した記録再生装置の実施例によれば、記録媒体に記録し再生することが可能となり、記録媒体と信号光及び参照光との間に相対的な位置の移動がある場合でも、記録するデータに対応した二次元画像データと参照光との干渉縞を変調度

10 大きな状態で記録媒体に形成することができ、また S/N 比のよいデータを再生することが可能となる。

(記録再生装置の第二実施例)

本発明の記録再生装置の第二実施例について図 12 を参照して説明する。本実施例は光源として連続発振するレーザーを用い、記録媒体と信号光及び参照光との間に相対的な位置の移動がある場合でも、記録するデータに対応した二次元画像データと参照光との干渉縞を強度振幅が大きな状態で記録媒体に形成することができ、また S/N 比のよいデータを再生することが可能となるものである。

尚、以下に説明する本実施例の記録再生装置は好適には、例えば、ホログラム記録媒体に、情報を光干渉パターンである干渉縞として記録し、更にこのホログラム記録媒体から、光干渉パターンである干渉縞として記録された情報を再生するホログラム記録再生装置である。

図 12 に示すように、本実施例の記録再生装置 104 の構成は、光学系として連続発振するレーザー 11 a、レーザー 11 a の連続発振光を信号光 2 と参照光 3 に分割するハーフミラー 12、信号光 2 の光路中に設けられた光シャッタ 13、及び光シャッタ 13 a、信号光 2 を所定の径を有する光ビームに変換するビームエキスパンダ 14、記録するデータを二次元の画像情報に変換する空間変調器 15、空間変調器 15 で変調された信号光 2 を記録媒体 1 に照射するフーリエ変換レンズ 16、参照光光学系に設けられた光シャッタ 13 b、参照光 3 を所定の角度を有して記録媒体 1 に入射させるためのミラー 17、18、記録媒体 1 からの

回折光 5 を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換レンズ 19、逆フーリエ変換された画像を検出する二次元の画像検出器 20 を備え、更にシステム制御部 21、レーザードライバー 22、システムコントローラ 23、記録媒体駆動機構 24、変調器ドライバー 25、データ入出力部 26c、データ処理部 27、検出器コントローラ 28 等を備えて構成される。

まず、記録動作はレーザー 11a を連続で発振させておき、信号光 2 は記録する微小な時間だけ光シャッタ 13a がオープンして通過する。通過した信号光 2 はビームエキスパンダ 14 によって所定の径を有する平行ビームに変換され、平行ビーム中に置かれた空間変調器 15 に入射する。空間変調器 15 を透過した信号光 2 はフーリエ変換レンズ 16 で、フーリエ変換され、記録媒体 1 に照射される。一方、参照光 3 はハーフミラー 12 で分岐され、ミラー 17、18 により、所定の角度で記録媒体 1 へ入射され、記録媒体 1 内で信号光 2 と交差される。信号光 2 と参照光 3 との交差する点に干渉縞が形成され、データが記録される。

記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 との間に相対的な位置の移動がある場合、記録媒体 1 に形成される干渉縞の変調度が低下するが、光シャッタ 13a を微小な時間だけオープンにすることで変調度の良い干渉縞を形成することが可能となる。この場合、光シャッタ 13a のオープン時間は、例えばホログラムを構成する干渉縞が形成されるために十分なエネルギーが得られる時間であり、連続発振するレーザー 11a のパワーに依存する。従って、オープン時間を短くするためにレーザー 11a のパワーが大きいものが好ましいことは当然である。

また、光シャッタ 13a のオープン時間は、前述の記録装置で述べたパルス幅の制御と同様にして設定してもよく、さらに、記録媒体に同期信号が記録されている場合は、この同期信号をまず読み出し、この同期信号に基づいて光シャッタ 13a を開く間隔を制御するようにしてもよい。

尚、参照光 3 は信号光 2 と同様にビームエキスパンダにより所定の径を有する光ビームに変換しても良い。また、参照光光学系に設けられた光シャッタ 13b は、記録時はオープンの状態でも良く、または光シャッタ 13a と同期して開閉を行っても良い。また、光シャッタ 13a、13b は液晶デバイス等が用いられる。

一方、再生動作はレーザー 11 a を連続で発振させておき、光シャッタ 13 は閉じて、信号光 2 が記録媒体 1 に到達することがない状態とし、参照光 3 を記録時の参照光 3 の入射角度と同一の角度で記録媒体に照射する。参照光 3 が記録媒体 1 に照射され、記録媒体 1 からの回折光 5 は逆フーリエ変換レンズ 19 を介して画像検出器 20 に結像する。この画像検出器 20 からの出力が再生信号となる。

このとき、光シャッタ 13 b は再生のタイミングで微少な時間だけオープンするように制御する。記録媒体と参照光との間に相対的な位置の移動がある場合、画像検出器 20 に結像する像も移動するが、参照光照射時間を短くすることで、S/N 比のよいデータを再生することが可能となる。

再生時に照射するエネルギーを十分に確保しようとする場合、一定時間光シャッタ 13 b を開く必要がある。この場合、画像検出器 20 上で再生画像が流れる影響が生じるが、その対策として、画素数の多い検出器を用い、再生された画像情報をバッファメモリに蓄積する等の、信号処理を施すことにより、再生画像が流れる影響を除去することも可能である。

以下図を用いて説明する。

図 13 は空間変調器の画素に対して画像検出器の画素数を 1:9 とした場合で、画像検出器上でチェッカーマトリクスの再生画像が S 方向に流れている場合の一例である（画像検出器上の一部 9×9 画素を抜き出し、便宜上、行を L1～L9、列を C1～C9 とした）。

図 13 (a) は時刻 t0 における画像検出器上の再生画像、図 13 (b) は時刻 t0 から僅かに経過した時刻 t1 における画像検出器上の再生画像、図 13 (c) は時刻 t0 から一定時間経過した時刻 t2 における画像検出器上の再生画像、図 13 (d) はさらに一定時間経過した時刻 t3 における画像検出器上の再生画像である。

図 13 (a) ではチェッカーマトリクスの再生画像が綺麗に画像検出器の画素にマッチングされているが、図 13 (b) では再生画像が S 方向に動いてしまい、図 13 (c)、(d) ではさらに S 方向に移動している。図 13 (a)、(b)、(c) の画像検出器の画素をよく見ると、(L2, C2)、(L2, C3)、(L3, C2)、(L3, C3) の 4 画素はいずれも黒であり、(L2, C5)、(L2, C6)、(L

3, C 5)、(L 3, C 6) の 4 画素はいずれも白である。他の場所でも 4 画素 (これを領域 A とする) に限っては再生画像が動いた影響を受けていない。また図 1 3 (c) と (d) の画像検出器の画素を良く見ると、(L 3, C 3)、(L 3, C 4)、(L 4, C 3)、(L 4, C 4) の 4 画素はいずれも黒であり、(L 3, C 6)、(L 3, C 7)、(L 4, C 6)、(L 4, C 7) の 4 画素はいずれも白である。他の場所でも 4 画素 (これを領域 B とする) に限っては再生画像が動いた影響を受けていない。

従って再生時間が時刻 t_0 から t_2 以下の場合は、領域 A の 4 画素のデータ群だけの情報を使用すればよい。再生時間が長く時刻 t_2 を越え t_3 までの場合は、領域 B の 4 画素のデータ群だけの情報を使用するように切り替える。さらに再生時間が長くなる場合は、同様に使用する領域を切り替えることで良好な再生像が得られる。

図 1 3 の例では画素に対して斜めに再生画像が動く例を示したが、再生画像が動く方向はどの方向でも適応できる。また空間変調器の画素と画像検出器の画素数が 1 : 9 の場合を示したが、空間変調器の 1 画素に対して画像検出器の複数画素で検出する場合には同様の手法が使用できる。

また領域の切替を自動で判別するために、一旦画像検出器の出力をバッファメモリに取り込んで切り替えるタイミングを決めるようにしても良い。

また、光シャッタ 1 3 b のオープン時間は、前述の再生装置で述べたパルス幅の制御と同様にして設定してもよく、さらに、記録媒体に同期信号が記録されている場合は、この同期信号をまず読み出し、この同期信号に基づいて光シャッタ 1 3 a を開く間隔を制御するようにしてもよい。

上述した記録動作、再生動作を制御するものとして、システム制御部 2 1 はメイン CPU を備え、記録装置 1 0 4 全体の動作制御を行う。レーザードライバ 2 2 はシステム制御部 2 1 のもとでレーザー 1 1 a の連続発振を制御し、システムコントローラ 2 3 は例えば光シャッタ 1 3、1 3 a、1 3 b や空間変調器 1 5 等の制御を行う。

また、記録媒体駆動機構 2 4 は、記録媒体 1 と信号光 2 及び参照光 3 とに相対的な位置の移動を与えるものであって、例えば記録媒体 1 を信号光 2 の光軸に垂

直な面において回転させる機構、或いはX-Y方向に直線的な移動を与える機構等がある。また、信号光2及び参照光3側を記録媒体1に対して移動させるようにしても良い。

変調器ドライバー25は空間変調器15に記録するデータを入力し駆動するものであり、データ入出力部26cは記録するデータ、再生したデータの入出力を行う。データ処理部27は記録するデータを記録フォーマットに基づいて変換し、信号処理用のデータを付加し、或いはエラー訂正用の処理等を行い、また再生されたデータのエラー訂正、復号化等を行う。また、検出器コントローラ28は画像検出器20の動作を制御し、画像検出器20上に結像された、記録データに対応する二次元画像情報を読み出す。

また、記録再生装置104の記録系と再生系を夫々個別に構成して記録装置及び再生装置として構成することも可能である。この記録装置はパルス発振のレーザーを用いた記録装置101とは、信号光及び参照光の照射時間をパルス発振のパルス幅で制御するのに対して、連続発振のレーザーを光シャッタで光ビーム通過時間を制御することにおいて異なる。また、再生装置はパルス発振のレーザーを用いた記録装置102とは、参照光の照射時間をパルス発振のパルス幅で制御するのに対して、連続発振のレーザーを光シャッタで光ビーム通過時間を制御することにおいて異なる。

以上説明したように、連続発振するレーザーを用い、記録媒体と信号光及び参照光との間に相対的な位置の移動がある場合でも、記録するデータに対応する二次元画像データと参照光との干渉縞を強度振幅が大きな状態で記録媒体に形成することができ、またSN比のよいデータを再生することが可能となる。

本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う記録装置、再生装置及び記録再生装置もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

産業上の利用可能性

本発明に係る記録装置、再生装置及び記録再生装置は、例えばホログラム記録

媒体に大量のデータを記録し或いはこれから大量のデータを再生する、ホログラム記録装置、ホログラム再生装置及びホログラム記録再生装置などに利用可能である。

請 求 の 範 囲

1. 少なくとも2つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な変化として記録媒体に記録する記録装置であって、

- 5 前記コヒーレント光を発生するパルス発振のレーザーと、
前記コヒーレント光によるコヒーレントな信号光を、フーリエ変換レンズを介して前記記録媒体に入射する信号光光学系と、
前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記記録媒体に入射する参照光光学系と、
- 10 前記信号光光学系に設けられた空間変調手段と、
前記レーザーの発振タイミングを制御するパルス発振制御手段と
を備えることを特徴とする記録装置。

2. 少なくとも2つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な変化として記録媒体に記録する記録装置であって、

- 15 前記コヒーレント光を発生する連続発振のレーザーと、
前記コヒーレント光によるコヒーレントな信号光を、フーリエ変換レンズを介して前記記録媒体に入射する信号光光学系と、
前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記記録媒体に入射する
- 20 参照光光学系と、
前記信号光光学系に設けられた空間変調手段と、
前記信号光光学系に設けられた、前記信号光の透過又は非透過を選択する光シャッタ手段と、
前記光シャッタ手段の開口時間と開口タイミングを制御する光シャッタ制御手
- 25 段と
を備えることを特徴とする記録装置。

3. 前記記録媒体と前記信号光及び前記参照光との間に相対的な位置を移動する移動手段を備えること

を特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の記録装置。

4. 前記記録媒体と前記信号光及び前記参照光との間に相対的な位置を移動する移動手段を備えること

5. 前記空間変調手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスであることを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の記録装置。

5. 前記空間変調手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスであることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の記録装置。

10 6. 前記空間変調手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスであることを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の記録装置。

7. 前記光シャッタ手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスであることを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の記録装置。

15

8. 前記パルス発振制御手段は前記レーザ光のパルス幅を制御することを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の記録装置。

20 9. 少なくとも 2 つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な変化として記録媒体に記録されている情報を再生する再生装置であって、

前記コヒーレント光を発生するパルス発振のレーザーと、

前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記記録媒体に入射する参照光光学系と、

25 前記参照光による前記記録媒体からの回折光を、逆フーリエ変換レンズを介して受光する光検出手段と、

前記レーザーの発振タイミングを制御するパルス発振制御手段とを備えることを特徴とする再生装置。

10. 少なくとも 2 つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な

変化として記録媒体に記録されている情報を再生する再生装置であって、

前記コヒーレント光を発生する連続発振のレーザーと、

前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記記録媒体に入射する参照光光学系と、

- 5 前記参照光による前記記録媒体からの回折光を、逆フーリエ変換レンズを介して受光する光検出手段と、

前記参照光光学系に設けられた、前記参照光の透過又は非透過を選択する光シャッタ手段と、

- 10 前記光シャッタ手段の開口時間と開口タイミングを制御する光シャッタ制御手段と

を備えることを特徴とする再生装置。

1 1. 前記記録媒体と前記参照光との間に相対的な位置を移動する移動手段を備えること

- 15 を特徴とする請求の範囲第 9 項に記載の再生装置。

1 2. 前記記録媒体と前記参照光との間に相対的な位置を移動する移動手段を備えること

を特徴とする請求の範囲第 1 0 項に記載の再生装置。

20

1 3. 前記光検出手段は C C D デバイスであること

を特徴とする請求の範囲第 9 項に記載の再生装置。

1 4. 前記光検出手段は C C D デバイスであること

- 25 を特徴とする請求の範囲第 1 0 項に記載の再生装置。

1 5. 前記光検出手段は C M O S デバイスであること

を特徴とする請求の範囲第 9 項に記載の再生装置。

16. 前記光検出手段はCMOSデバイスであること
を特徴とする請求の範囲第10項に記載の再生装置。

17. 前記光シャッタ手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスであること
5 を特徴とする請求の範囲第10項に記載の再生装置。

18. 前記パルス発振制御手段は前記レーザ光のパルス幅を制御することを特徴
とする請求の範囲第9項に記載の再生装置。

10 19. 少なくとも2つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な
変化として記録媒体に記録し再生する記録再生装置であって、
前記コヒーレント光を発生するパルス発振のレーザーと、
前記コヒーレント光によるコヒーレントな信号光を、フーリエ変換レンズを介
して前記記録媒体に入射する信号光光学系と、

15 前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を前記記録媒体に入射する参
照光光学系と、
前記信号光光学系に設けられた空間変調手段と、
前記参照光による前記記録媒体からの回折光を、逆フーリエ変換レンズを介し
て受光する光検出手段と、

20 前記レーザーの発振タイミングを制御するパルス発振制御手段と
を備えることを特徴とする記録再生装置。

20. 少なくとも2つのコヒーレント光の光干渉パターンを、屈折率の空間的な
変化として記録媒体に記録し再生する記録再生装置であって、

25 前記コヒーレント光を発生する連続発振のレーザーと、
前記コヒーレント光によるコヒーレントな信号光を、フーリエ変換レンズを介
して前記記録媒体に入射する信号光光学系と、
前記コヒーレント光によるコヒーレントな参照光を、前記記録媒体に入射する
参照光光学系と、

前記信号光光学系に設けられた空間変調手段と、

前記信号光光学系に設けられた、前記信号光の透過又は非透過を選択する第一の光シャッタ手段と、

5 前記参照光光学系に設けられた、前記参照光の透過又は非透過を選択する第二の光シャッタ手段と、

前記第一の光シャッタ手段及び前記第二の光シャッタ手段の開口時間と開口タイミングを制御する光シャッタ制御手段と、

前記参照光による前記記録媒体からの回折光を、逆フーリエ変換レンズを介して受光する光検出手段と

10 を備えることを特徴とする記録再生装置。

2 1. 前記記録媒体と前記信号光及び前記参照光との間に相対的な位置を移動する移動手段を備えること

を特徴とする請求の範囲第 1 9 項に記載の記録再生装置。

15

2 2. 前記記録媒体と前記信号光及び前記参照光との間に相対的な位置を移動する移動手段を備えること

を特徴とする請求の範囲第 2 0 項に記載の記録再生装置。

20 2 3. 前記空間変調手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスであること

を特徴とする請求の範囲第 1 9 項に記載の記録再生装置。

2 4. 前記空間変調手段は位相変調あるいは振幅変調デバイスであること

を特徴とする請求の範囲第 2 0 項に記載の記録再生装置。

25

2 5. 前記第一の光シャッタ手段及び前記第二の光シャッタ手段は位相変調あるいは振幅変調であること

を特徴とする請求の範囲第 2 0 項に記載の記録再生装置。

26. 前記光検出手段はCCDデバイスであること

を特徴とする請求の範囲第19項に記載の記録再生装置。

27. 前記光検出手段はCCDデバイスであること

5 を特徴とする請求の範囲第20項に記載の記録再生装置。

28. 前記光検出手段はCMOSデバイスであること

を特徴とする請求の範囲第19項に記載の記録再生装置。

29. 前記光検出手段はCMOSデバイスであること

10 を特徴とする請求の範囲第20項に記載の記録再生装置。

30. 前記パルス発振制御手段は前記レーザ光のパルス幅を制御することを特徴
とする請求の範囲第19項に記載の記録再生装置。

図1

101

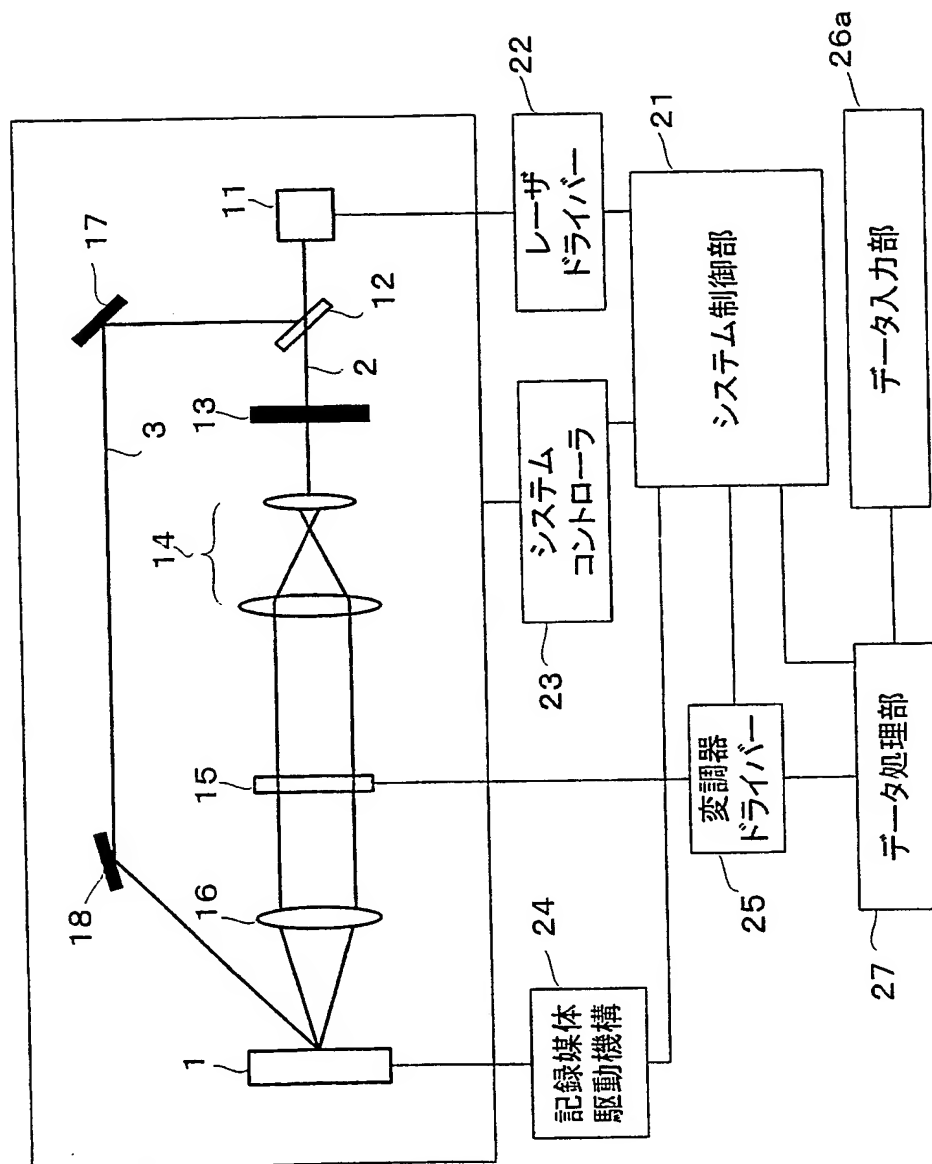


図2

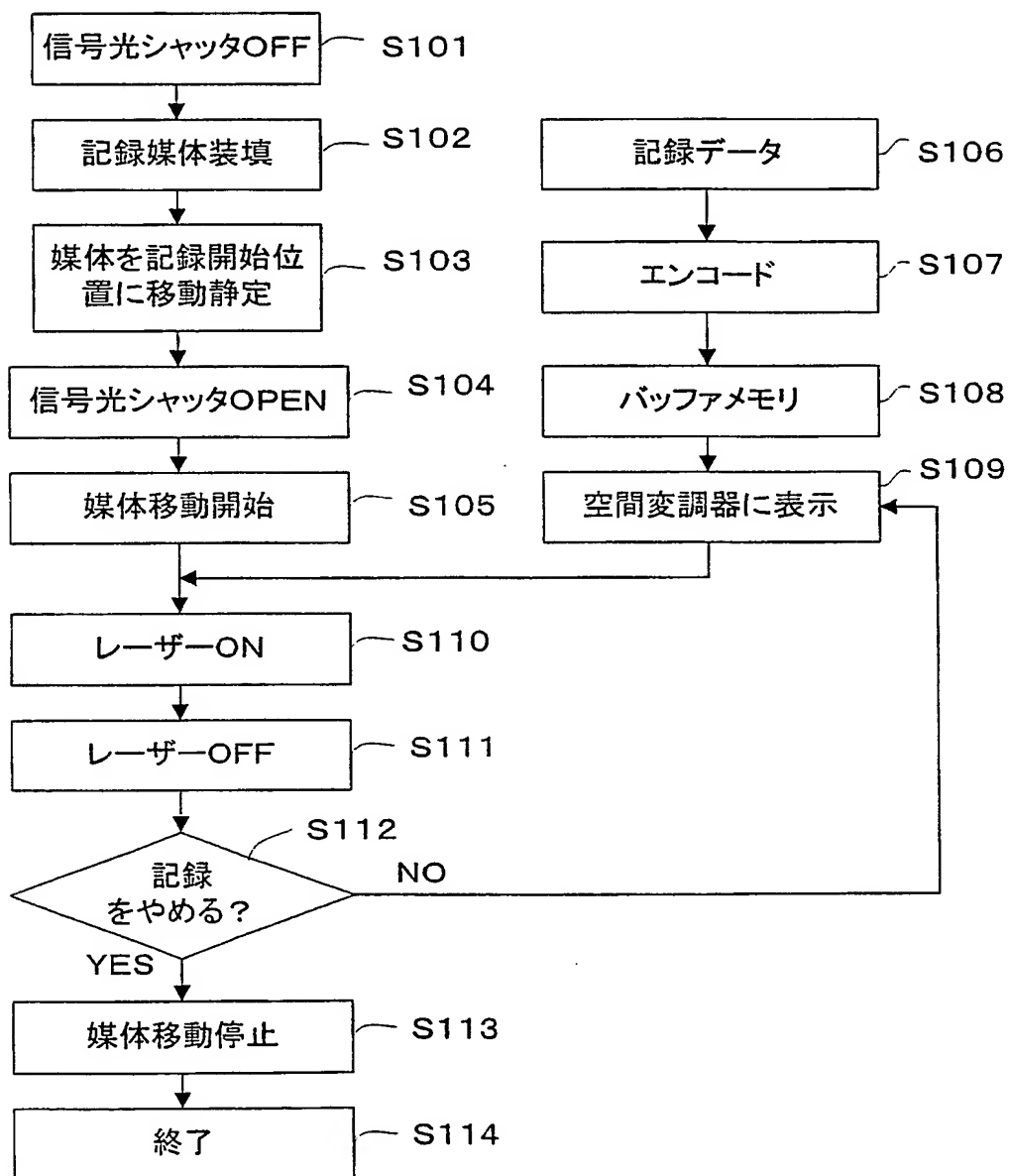
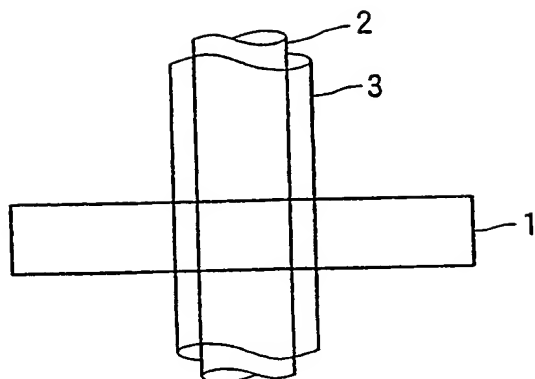
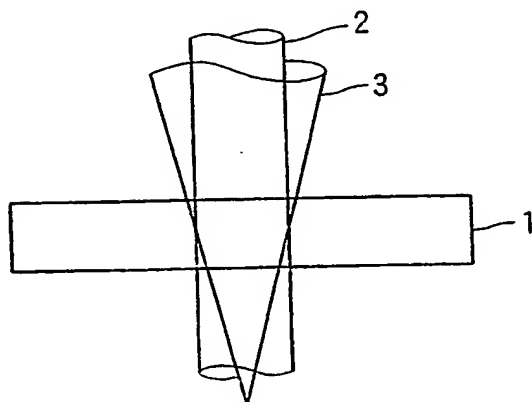


図3

(a)



(b)



(c)

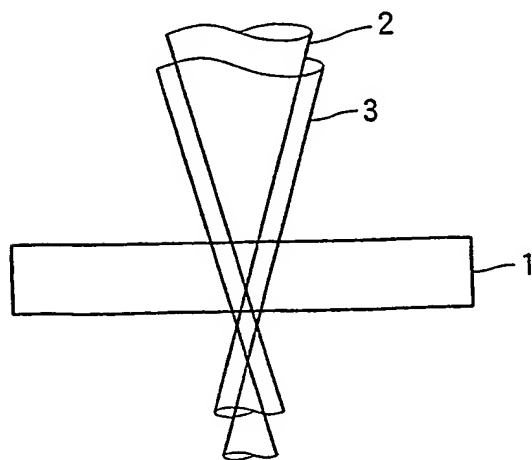
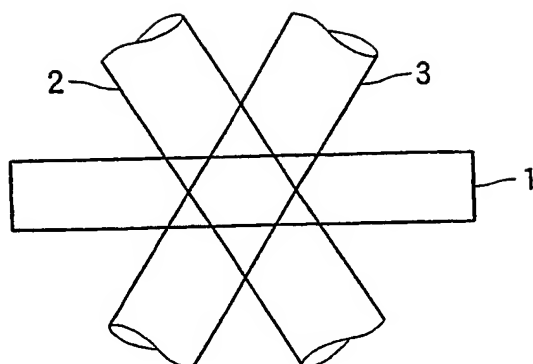
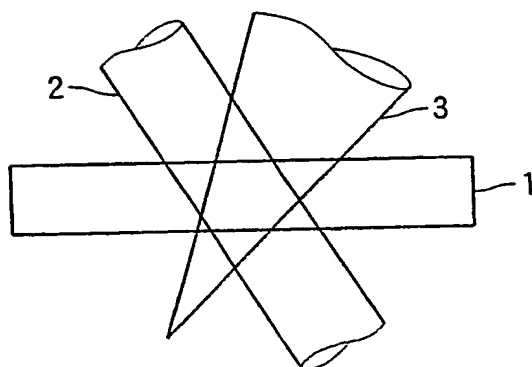


図4

(a)



(b)



(c)

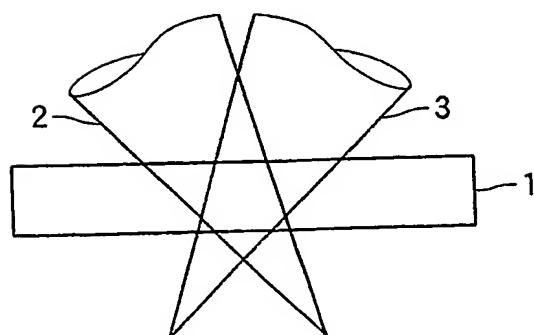
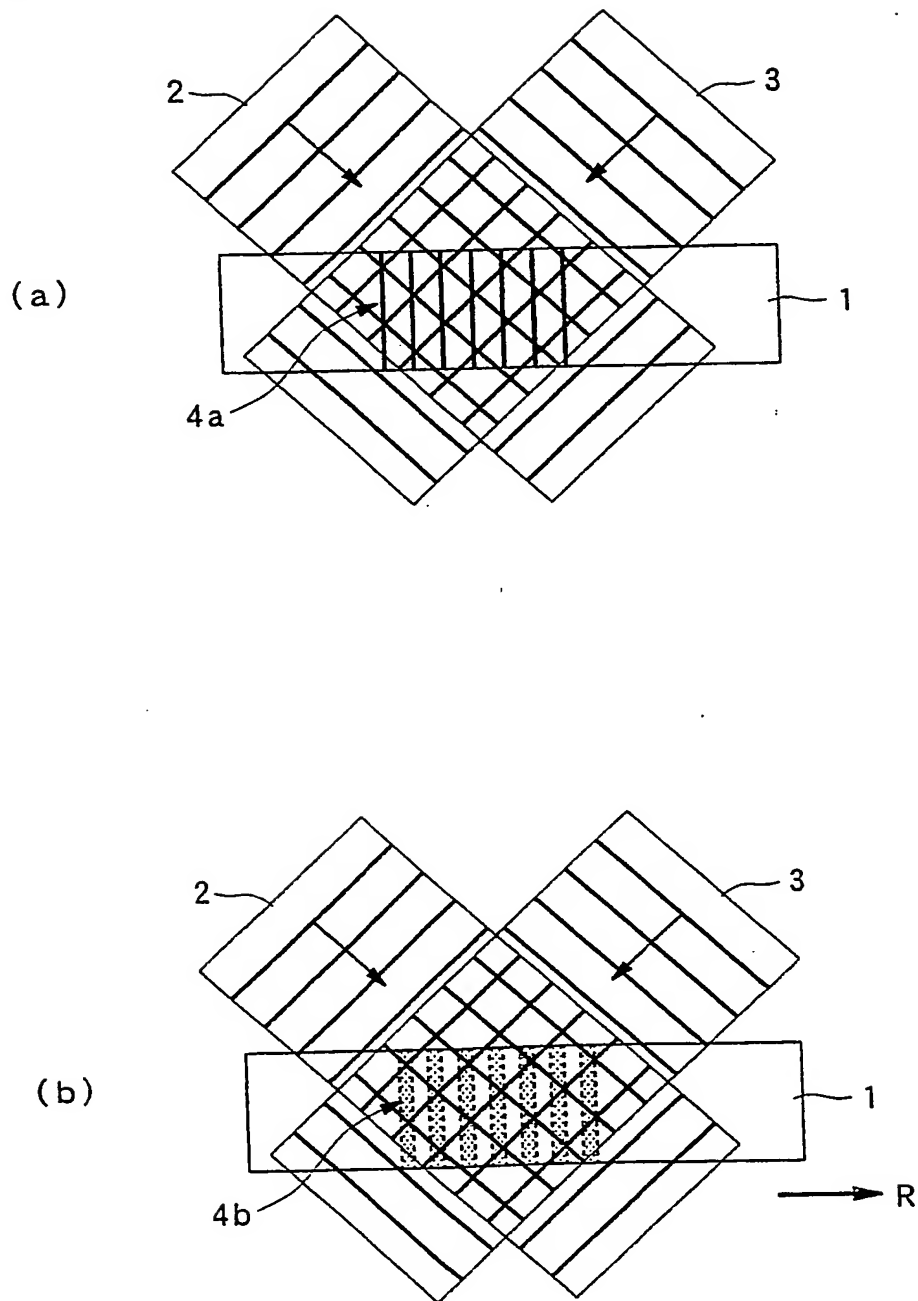


図5



BEST AVAILABLE COPY

図6

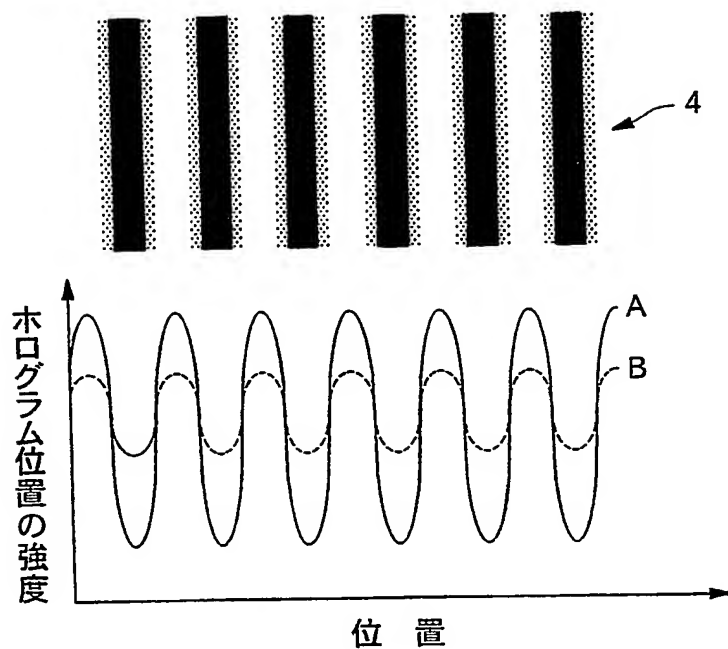
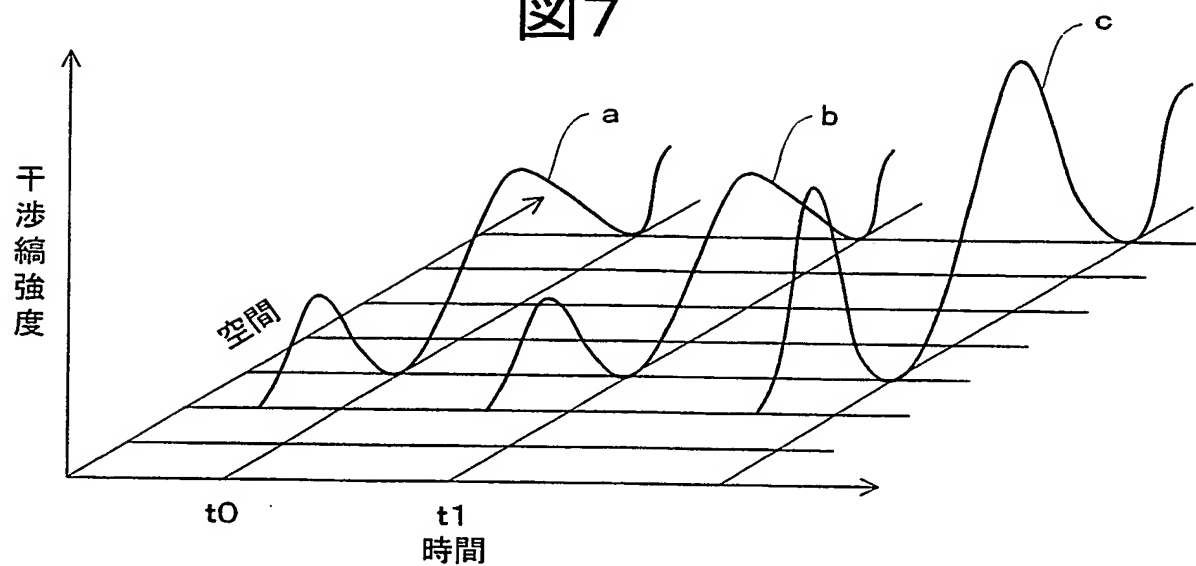
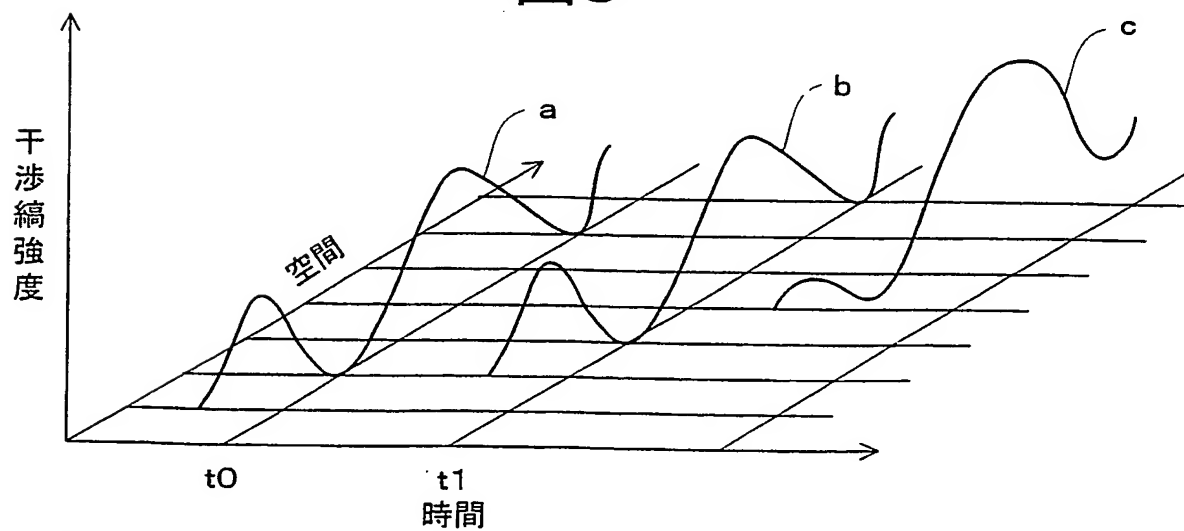


図7



移動無しの場合、干涉縞強度のMin/Maxの位置が固定

図8



移動有りの場合、干涉縞強度のMin/Maxの位置が変化

図9

102

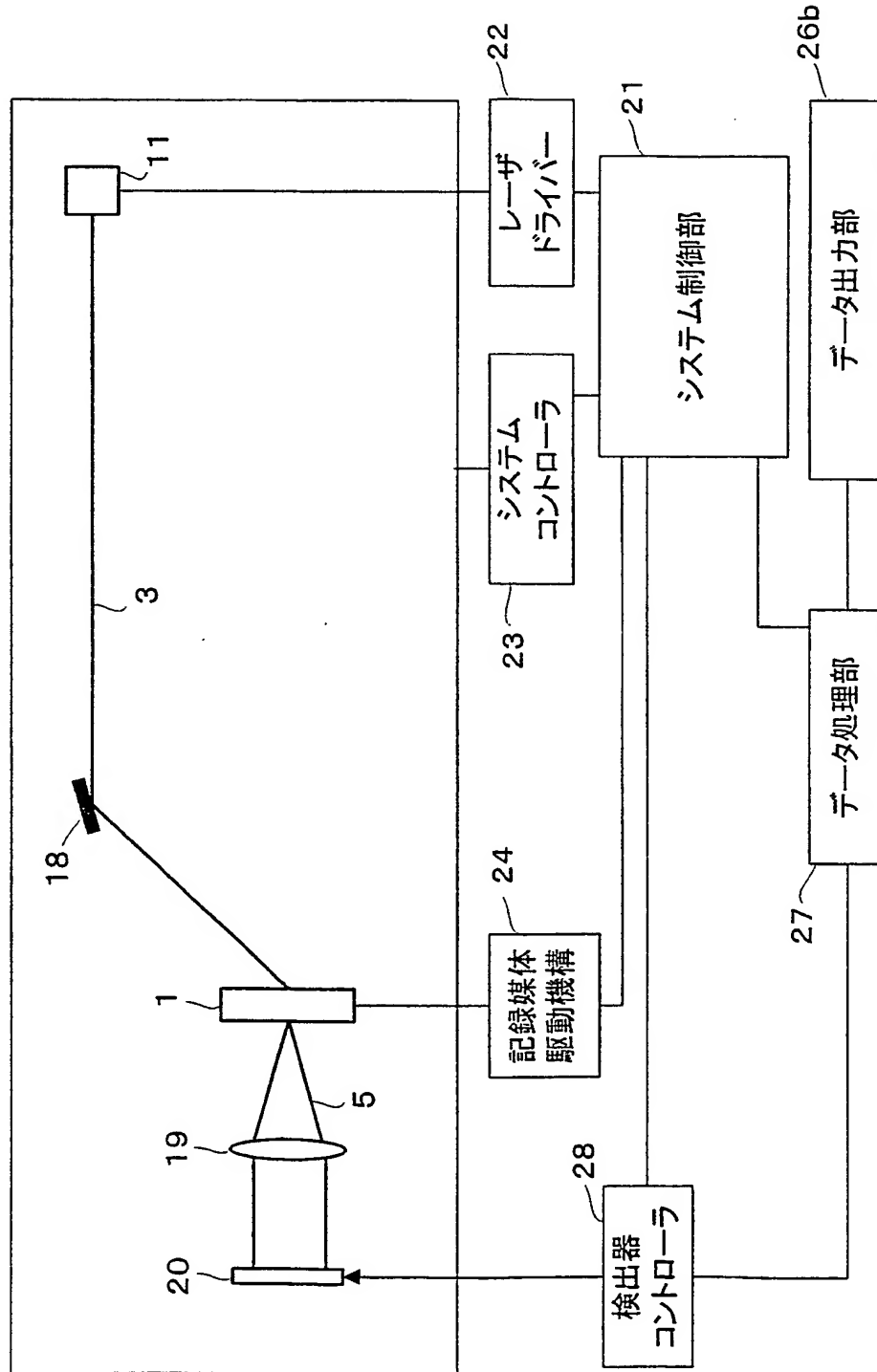


図10

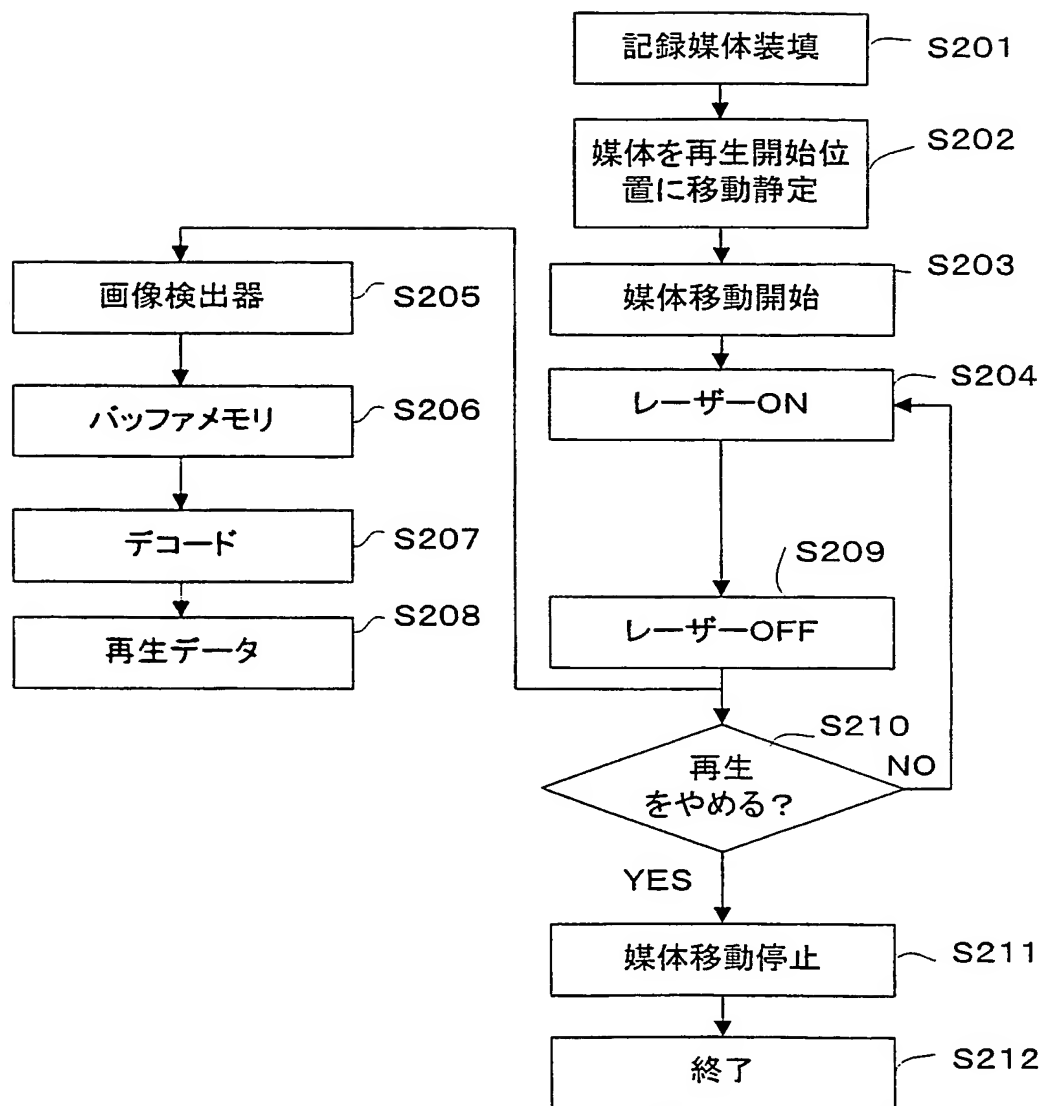


図11

103

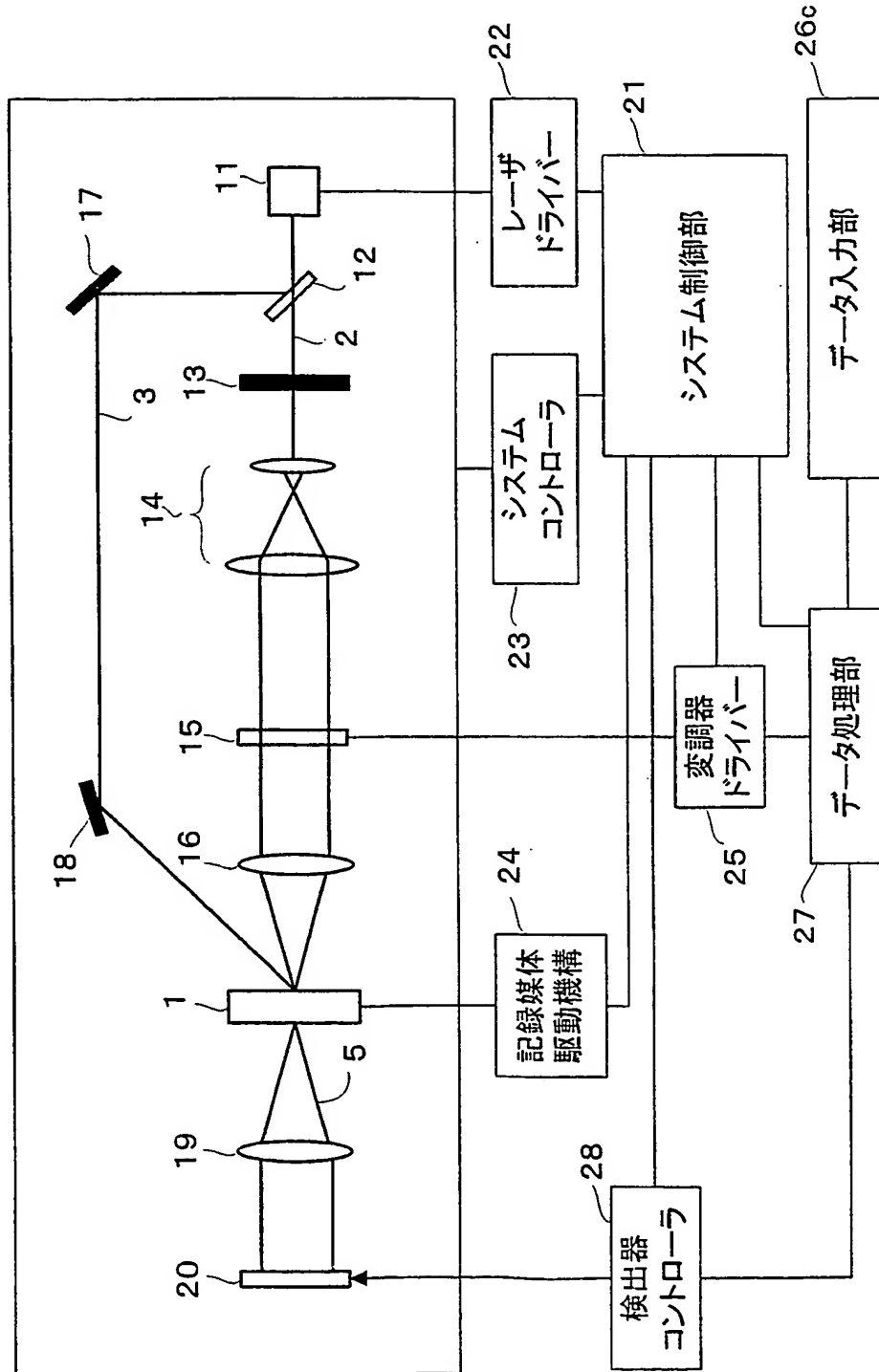


図12

104

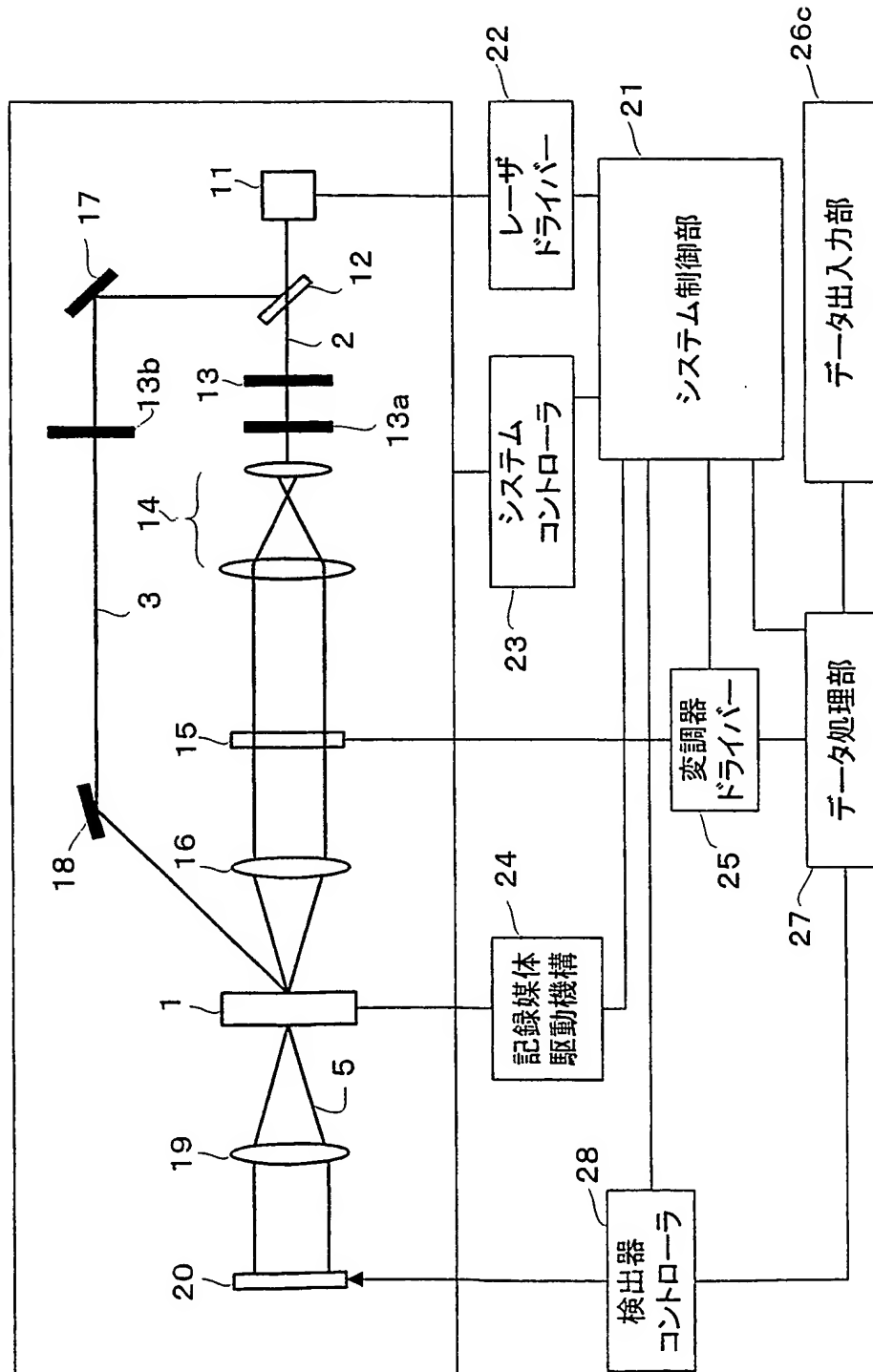
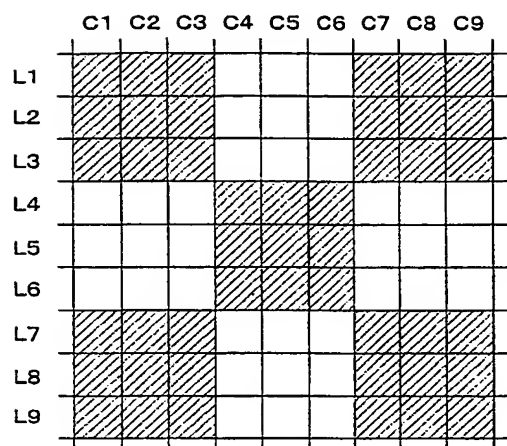


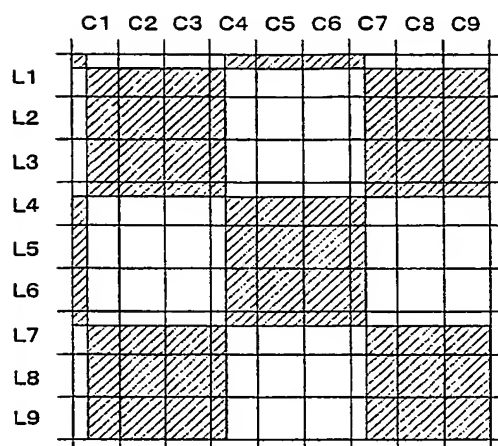
図13

(a) t0



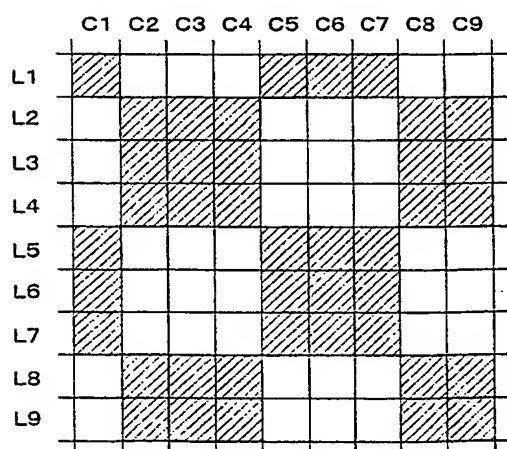
S方向

(b) t1



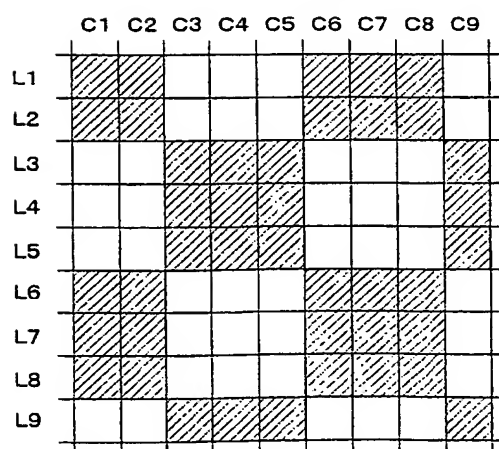
S方向

(c) t2



S方向

(d) t3



S方向